ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 20 JANVIER 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE NAUTIQUE. — *Sur l'emploi des Distances lunaires à la mer.* Note de M. E. Guyou.

« La méthode des Distances lunaires, dont l'introduction dans la pratique de la navigation date de 1767, et qui était encore en honneur chez les marins au milieu du siècle dernier, est tombée aujourd'hui complètement en désuétude.

» Ce n'est pas qu'elle ne soit susceptible de rendre encore d'utiles services à la navigation ; un observateur exercé, muni d'un bon instrument, pourrait, en effet, en déduire sa longitude avec une approximation de 20 à 30 secondes d'heure, telle par conséquent que la région d'incertitude soit moins étendue que l'espace que peut embrasser l'œil d'un marin élevé d'une quinzaine de mètres au-dessus de la mer. Mais la multiplication des chronomètres, les perfectionnements apportés à ces instruments, la diminution de durée des traversées ont rendu si rares les occasions d'appliquer cette méthode qu'il n'y a plus aujourd'hui d'observateur exercé, et l'instrument qui était autrefois exclusivement consacré aux distances lunaires, le cercle de Borda, a été définitivement abandonné par les marins.

» Il arrive bien encore de temps à autre que quelques jeunes officiers observent et calculent une distance lunaire à titre d'exercice; mais les résultats qu'ils obtiennent sont si peu satisfaisants qu'aucun d'eux ne renouvelle l'épreuve.

» Il résulte de là que, depuis plusieurs années, les nombreuses distances que publie la *Connaissance des temps* restent pratiquement sans emploi. On avait néanmoins continué à fournir ces éléments en prévision de cas toujours possibles où des navires ayant perdu leurs chronomètres n'auraient plus d'autre ressource que la méthode des Distances pour déterminer leurs longitudes. Mais cette raison ne suffirait à justifier la conservation des distances que si ces éléments étaient indispensables à l'application de la

méthode. On sait qu'il n'en est rien; ils servent seulement à abréger les calculs, et l'on peut même ajouter qu'aujourd'hui, grâce aux perfectionnements apportés aux Éphémérides de la Lune, le calcul économisé aux marins est devenu très simple.

» Le Bureau des Longitudes a pensé que le travail qu'exigeait chaque année la prédiction des distances lunaires n'était plus en proportion raisonnable avec le profit très aléatoire qu'en pourraient tirer les marins, et, après avoir pris l'avis du Ministre de la Marine, il a décidé la suppression de ces éléments de la *Connaissance des temps*. Le prochain Volume qui paraîtra, celui de 1905, ne les contiendra plus.

» A partir de cette époque, les marins qui voudront appliquer la méthode des distances lunaires auront donc à résoudre avec les éphémérides ordinaires le problème suivant : *Calculer l'heure de Paris correspondant à une distance donnée*.

» Ce problème peut être résolu de diverses manières. La première solution qui vienne à l'esprit consiste à calculer, pour l'heure approchée toujours connue, la valeur de la distance, et à déterminer la variation de cet élément dans l'unité de temps, soit en appliquant des formules différentielles, soit en calculant une seconde distance pour un instant voisin du premier. On obtient ensuite aisément, en interpolant par parties proportionnelles, la correction à apporter à l'heure approchée. Mais le procédé suivant conduit au résultat par des calculs plus simples :

» Nous désignerons par δ et δ' les distances polaires de la Lune et du second astre pour l'instant approché t_1, par φ et φ' les variations de ces éléments en secondes de degré par minute de temps, par P l'excès de l'ascension droite de la Lune sur celle du second astre, par α et α' les variations des ascensions droites en secondes d'heure par minute de temps, et enfin par Δ la distance vraie donnée.

» Les valeurs de δ, δ' et P étant calculées pour l'instant t_1, on détermine, par la formule usuelle :

$$\sin^2\frac{P'}{2} = \frac{\sin(S-\delta)\sin(S-\delta')}{\sin\delta\sin\delta'} \qquad \text{avec} \qquad \Delta+\delta+\delta'=2S,$$

la valeur de l'angle au pôle du triangle formé par le pôle et les deux astres.

» La valeur de P' ainsi calculée sera, en général, différente de la valeur de P calculée au début, parce que l'heure t_1 employée pour le calcul de P, δ et δ' ne correspondra pas à l'instant de la distance Δ. Il reste donc à calculer la correction à apporter à t_1 pour que la différence P — P' s'annule.

» Or, si l'on désigne par p et p' les variations en secondes d'heure que subit la valeur calculée P' pour des augmentations de 1 seconde de degré sur δ et δ', la variation que subira P' pour un accroissement d'une minute apporté à t_1 sera

$$p\varphi+p'\varphi';$$

d'un autre côté, la valeur P_1 calculée au début augmente, dans ce même cas, de $\alpha-\alpha'$; par conséquent, pour une minute d'accroissement apporté à t_1 la différence P — P'

variera de

$$\alpha - \alpha' - (p\nu + p'\nu').$$

» Par suite, la correction x en minutes de temps, à apporter à t_1 pour annuler cette différence, sera, en grandeur et signe,

$$x = -\frac{\mathrm{P} - \mathrm{P}'}{\alpha - \alpha' - (p\nu + p'\nu')}.$$

» Les quantités p et p' s'obtiennent par les différences logarithmiques.

» Voici une application de ce procédé à l'exemple donné dans la *Connaissance des temps* de 1904 (p. 800) :

» *Calculer l'heure moyenne de Paris correspondant à la distance* 16° 14′ 50″ *de la Lune à Antarès le* 27 *mai* 1904. *On sait que cette heure est voisine de* 22ʰ 28ᵐ.

Éphémérides à 22ʰ 28ᵐ, *le* 27 *mai* 1904.

	Ascensions droites.	Variations pour 1ᵐ.	Déclinaisons.	Variations pour 1ᵐ.
	h m s			
Lune	15.34.12,92	$+2^s,2986 = \alpha$	−14°.44′.36″,8	$-6'',619 = \nu$
Corr. Newc. .	−1,93		+5,3	
	15.34.10,99		−14.44.31,5	
Antarès.....	16.23.34,09	$0 = \alpha'$	−26.13.06,8	$0 = \nu'$
P	−0.49.23,10	$\alpha - \alpha' = 2^s,2986$		

	Log. tabulaires.	Part. prop.	Diff. log.
Distance Δ = 16°.14′.50″			
Dist. pol. δ = 75.15.28,5	colog sin = 0,014 5418	−48	$d_1 =$ 56
Dist. pol. δ' = 63.46.53,2	colog sin = 0,047 1550	−33	$d'_1 =$ 103
2S = 155.17.11,7		−81	
S = 77.38.35,8			
S − δ = 2.23.07,3	log sin = $\bar{2}$,619 2909	+151	$d_2 =$ 5050
S − δ' = 13.51.42,6	log sin = $\bar{1}$,379 4308	+222	$d_3 =$ 854
	Somme = $\bar{2}$,060 4185	+373	
	Part. pr. = +292		
	= $\bar{2}$,060 4477		$2d_1 + d_2 - d_3 = +4308$
$\frac{\mathrm{P}'}{2}$ = −6.09.15,6	$\bar{1}$,030 2238		$2d'_1 + d_3 - d_2 =$ »
P′ = −12.18.31,2	1136		$d_4 =$ 1952
= −0ʰ 49ᵐ 14ˢ,08	1102		
P − P′ = −9ˢ,02			
dt_1 = 9.02 : 2,79 = 3,23			
= +3ᵐ 14ˢ			
t_1 = 22ʰ 28ᵐ 0ˢ			
t = 22ʰ 31ᵐ 14ˢ			

$$p\nu = \frac{2d_1 + d_2 - d_3}{30 d_4}\nu = -0^s,487,$$

$$p'\nu' = \frac{2d'_1 + d_3 - d_2}{30 d_4} = 0,$$

$$\alpha - \alpha' - p\nu - p'\nu' = +2^s,786.$$

» C'est le résultat que donne la *Connaissance des temps* de 1904, p. 801. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés de la chaux en fusion.* Note de M. **Henri Moissan**.

« L'emploi du chalumeau à hydrogène et à oxygène permit à Robert Hare, en 1802, d'obtenir des températures plus élevées que celles des fours industriels les plus puissants. Ce savant a indiqué le premier que la chaux pouvait être fondue au moyen du chalumeau, sans nous donner aucun détail sur la pureté de l'oxyde de calcium qu'il avait employé dans ses recherches (1). Cette expérience n'a pas été répétée, et depuis un siècle la chaux a été regardée comme une des substances les plus réfractaires que nous possédions. Deville et Debray l'ont utilisée très heureusement pour construire le petit four à reverbère dans lequel ils fondaient et affinaient le platine (2).

» Nous avons repris cette étude en partant d'une chaux de marbre très pure, préparée au laboratoire, complètement exempte de silicium, et ne renfermant que des traces de fer et d'aluminium. Nous avons démontré antérieurement que la présence de la silice et de l'alumine augmente la fusibilité de la chaux (3).

» Lorsque l'on maintient un fragment de chaux pure à l'extrémité du dard bleu du chalumeau alimenté par l'oxygène et le gaz d'éclairage, on n'obtient pas la fusion de la chaux. Cependant, à cause de la tension de vapeur du corps solide à cette température un peu supérieure à 1800°, la partie fortement chauffée se recouvre d'une cristallisation bien nette. Nous avons varié cette expérience en chauffant pendant 1 heure avec un semblable chalumeau des fragments de chaux dans un petit four à reverbère en chaux vive, et nous n'avons jamais obtenu le phénomène de fusion. Dans la partie cylindrique où s'engageait l'extrémité conique du chalumeau de Deville et Debray, nous avons trouvé parfois de fines aiguilles de chaux cristallisée; mais, examinée au microscope, aucune ne présentait trace de fusion.

» Si l'on répète ces expériences au moyen d'un chalumeau de Deville et

(1) Robert Hare, *Memoir on the supply and application of the Blow-pipe*, 1802 (*Phil. Mag.*, t. XIV, p. 238-245, 298-306, et *Ann. de Chim.*, t. XLV, 113-138).

(2) H. Sainte-Claire Deville et Debray, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LVI, p. 385-496.

(3) H. Moissan, *Le four électrique*, p. 32.

Debray alimenté par du gaz oxygène et du gaz hydrogène à peu près secs, on n'obtient pas encore la fusion de la chaux. La cristallisation par volatilisation est plus abondante, ce qui témoigne d'une température plus élevée, mais la chaux ne prend pas nettement l'état liquide. La température doit cependant être très voisine de celle du point de fusion. Une petite quantité d'un oxyde métallique, d'un silicate ou de silice produit un commencement de fusion, mais ce dernier est toujours superficiel.

» Au contraire, si le mélange des deux gaz hydrogène et oxygène est intime et si l'on emploie exactement 2^{vol} d'hydrogène et 1^{vol} d'oxygène mélangés au préalable, on arrive, en faisant brûler le gaz tonnant à l'extrémité d'un tube, à fondre une petite quantité de chaux vive. Tout autour de la partie fondue qui a pris l'aspect de la cire, on voit qu'il s'est formé une cristallisation bien nette.

» Cette dernière expérience démontre bien quelle est l'importance d'un mélange intime des deux gaz lorsque l'on veut obtenir le maximum de température au moyen du chalumeau à oxygène.

» Nous avons aussi poursuivi quelques essais avec un chalumeau de forme spéciale, alimenté par l'oxygène et l'acétylène. Nous avons obtenu de même que précédemment un feutrage de cristaux sans trace de fusion. La température produite par la combustion de l'acétylène par l'oxygène n'est donc pas plus élevée que celle du chalumeau de Deville et Debray.

» De même avec un chalumeau à oxygène et à oxyde de carbone nous avons pu fondre du platine, mais il nous a été impossible de produire la fusion de la chaux vive.

» Humphry Davy a démontré le premier que la chaux fondait au contact de l'arc électrique. Ainsi que nous l'avons indiqué antérieurement, la fusion de la chaux s'obtient avec une grande facilité dans notre four électrique. Cependant, on n'arrive à une fusion complète, bientôt suivie d'une franche ébullition, qu'avec un arc de 300 ampères sous 50 à 70 volts.

» Avec un arc de 1000 ampères, ce dernier creuse, dans le four en chaux, par fusion et par volatilisation, une cavité ovoïde entourée de chaux fondue. Dans ces conditions, les expériences se font à une température constante, qui est celle de l'ébullition de la chaux vive.

» Pour exécuter nos nouvelles expériences, nous prenons un four à cavité assez grande dans lequel nous plaçons plusieurs centaines de grammes de chaux vive et pure à la place du creuset, en ayant bien soin de ne fondre que la partie superficielle de cette chaux pure.

» Il est facile, dans ces conditions, d'amener 500^g de chaux en fusion,

puis en ébullition. Si cette ébullition dure une dizaine de minutes, on retrouve dans toutes les parties moins chaudes du four, sur le pourtour inférieur du couvercle, ou bien entre les morceaux de chaux pure qui n'ont pas été fondus, une abondante cristallisation de chaux vive.

» Ces cristaux, dont certains peuvent mesurer de 2^{mm} à 3^{mm} de côté, offrent différents aspects. Quelques-uns se présentent en cubes ou en parallélépipèdes rectangles absolument transparents, d'autres en fines aiguilles tantôt opaques, tantôt transparentes.

» Si nous examinons ces cristaux au microscope, on reconnaît qu'aucun d'eux n'agit sur la lumière polarisée. Les faces supérieures des cristaux nous ont donné sur la plate-forme du microscope un angle qui a varié entre 89°64′ et 90°30′. Les aiguilles sont formées de chapelets de petits cubes superposés. Enfin on rencontre aussi des dendrites dont les pointements sont terminés par des cristaux à apparence cubique. En résumé, cette chaux cristallisée préparée par condensation de la vapeur appartient au système cubique. Nous ajouterons que des cristaux de cette chaux préparés dans le baume de Canada se sont brisés six mois plus tard en fournissant des fragments transparents qui agissaient vivement sur la lumière polarisée. Ce fait semble indiquer que la chaux anhydre est dimorphe.

» Un autre phénomène important nous a été présenté par cette chaux cristallisée. La chaux pure qui a servi à ces recherches avait été préparée par calcination, à 1500° dans un four à vent, du marbre dont nous avons parlé plus haut. La densité de cette chaux, prise avec soin dans l'essence de térébenthine, était de 3,29, 3,30, 3,31, soit une moyenne de 3,30.

» La densité de la chaux cristallisée est supérieure. Nous avons trouvé les chiffres de 3,39, 3,39, 3,42, soit une moyenne de 3,40. Ce résultat semble donc indiquer une polymérisation de la chaux plus faible, mais analogue à celle qui a été indiquée par M. Ditte pour la magnésie ([1]).

» Nous n'avons jamais rencontré de chaux cristallisée de densité inférieure.

» Nous avons alors déterminé les chaleurs de neutralisation de la chaux amorphe et de la chaux cristallisée par l'acide chlorhydrique dans le calorimètre de M. Berthelot, mais nous n'avons pas trouvé de différence sensible pour ces deux variétés. Du reste, la même expérience avait déjà été

([1]) Ditte, *De l'influence qu'exerce la calcination de quelques oxydes métalliques sur la chaleur dégagée pendant leur combustion* (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 111 et 191).

faite par M. Henri Gautier [1] avec la chaux fondue, et les résultats avaient été les mêmes.

» Comme nous avions eu occasion, dans nos études de la chimie du four électrique, de suivre beaucoup de réactions en présence de la chaux, nous avons cherché à reconnaître comment se comportait cet oxyde à l'état de fusion. Pour étudier ces réactions, on disposait un certain volume de chaux pure dans la cavité du four, puis on fondait, au moyen de l'arc, la partie supérieure de cet oxyde. On laissait ensuite refroidir le four et c'était sur cette surface brillante de chaux fondue qu'était placé le mélange de chaux et du corps à étudier. L'arc était rétabli ensuite suivant un temps variable, mais la quantité de chaleur amenée par le courant devait être insuffisante pour fondre la masse entière de chaux pure. On évitait ainsi le mélange de la chaux du four avec l'oxyde pur mis en réaction.

» *Action du carbone.* — Lorsque l'on dispose un cylindre de graphite au contact de la chaux en fusion, le carbone ne tarde pas à réduire cette chaux, à s'entourer d'une couche de carbure de calcium en même temps qu'il fournit de l'oxyde de carbone

$$CaO + 3C = CaC^2 + CO.$$

» Si la chaux fondue est en excès et si son action se prolonge, le carbure est oxydé à son tour; il se produit une nouvelle quantité d'oxyde de carbone et des vapeurs de calcium

$$CaC^2 + 2CaO = 3Ca + 2CO.$$

» De telle sorte que, pendant que cette chaux liquide agit comme oxydant, les réactions qu'elle produit maintiennent réductrices les vapeurs du four en dégageant continuellement de l'oxyde de carbone et de la vapeur de calcium.

» *Silicium.* — Nous avons placé des fragments solides de silicium de la grosseur d'une noisette dans un bain de chaux en fusion. En quelques instants le silicium est oxydé et transformé en silice qui fournit un silicate basique au contact de l'excès de chaux. Si l'expérience dure peu de temps, les sphères de silicium que l'on retire de la chaux après refroidissement possèdent une cassure rayonnée et ont un aspect cristallin très net.

» *Bore.* — Le bore pur aggloméré en cylindres disparaît dans la chaux

---

[1] HENRI GAUTIER, *Sur les propriétés thermiques de la chaux préparée à différentes températures* (*Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 939; 1899).

en fusion en produisant un borate de chaux. Si l'expérience est de courte durée, environ 3 minutes (1000 ampères, 45 volts), on reconnaît que le bore restant est entouré de petits cristaux noirs du borure de calcium CaB^6 que nous avons décrit précédemment ([1]). Ces cristaux renferment en effet : Bo pour 100, 61,95; Ca pour 100, 38,20. Théorie pour $CaBo^6$: Bo pour 100, 62,14; Ca pour 100, 37,86. Ils sont recouverts d'un borate basique de calcium, très bien cristallisé, qu'il nous a été impossible de séparer de l'excès de chaux. L'acide borique a été retiré de ce mélange et nettement caractérisé.

» *Titane.* — La chaux en fusion oxyde rapidement la fonte de titane. Dans l'espace de 8 minutes, avec un courant de 600 ampères sous 100 volts, le titane a complètement disparu. La chaux fondue a pris une teinte marron et s'est partiellement transformée en titanate de chaux basique. Ce mélange est soluble dans l'acide acétique étendu.

» *Chrome.* — Nous avons indiqué précédemment que le chrome renfermant peu de carbone se transforme, au contact de la chaux fondue, en oxyde double de calcium et de chrome très bien cristallisé et de formule $Cr^2O^3, 4CaO$. Depuis nos premières recherches, M. Dufau ([2]) a poursuivi l'étude de quelques-uns de ces oxydes doubles.

» Un fragment de chrome en présence d'un excès de chaux fondue est rapidement attaqué. Le mélange de chaux et d'oxyde double est soluble dans l'acide acétique étendu et décomposable par l'eau. Si l'oxygène de l'air intervient pendant le refroidissement du four, il se produit une petite quantité de chromate.

» *Manganèse.* — Le manganèse fondu est attaqué très rapidement par la chaux en fusion. Une notable partie du métal est volatilisée et la masse de couleur foncée qui reste après refroidissement est soluble dans l'eau, dans l'eau sucrée et dans l'acide acétique étendu ([3]). Cette dernière solution ne tarde pas à se décomposer. En présence de la chaux fondue le manganèse se trouve à l'état d'oxyde manganeux. Le mélange attaqué par l'acide sulfurique étendu à l'abri de l'air a donné du sulfate de chaux et du sulfate manganeux.

» *Fer.* — Le fer est rapidement attaqué par la chaux en fusion et avant

---

([1]) H. Moissan et P. Williams, *Sur la préparation et les propriétés des borures de calcium* (*Comptes rendus*, t. CXXV, 1897, p. 629).

([2]) Dufau, *Sur quelques oxydes doubles cristallisés obtenus à haute température* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XII, 1897, p. 257).

([3]) Toutes ces solubilités ont été étudiées à l'abri de l'oxygène de l'air.

que la réaction soit terminée le métal restant a pris, sur certaines parties, un aspect cristallin bien net. Le fer est oxydé et la chaux prend une teinte foncée.

» *Nickel et cobalt.* — Nous avons chauffé 10^g de nickel en présence de 100^g de chaux pendant 5 minutes avec un courant de 700 ampères sous 70 volts. Après refroidissement, nous avons retiré du four une masse fondue, brillante, de couleur rouge.

» Une surface polie examinée au microscope a permis de reconnaître autour d'un point métallique très brillant une couche brune transparente en petits fragments, riche en oxyde de nickel, puis plus loin une couche beaucoup plus large d'abord d'un rouge brun, puis rose, dans laquelle on distingue de très beaux cristaux groupés en étoile.

» Le cobalt est attaqué et oxydé tout aussi rapidement par la chaux fondue qui prend aussitôt une coloration bleue intense.

» Dans toutes ces réactions, la chaux fondue possède des propriétés oxydantes aussi énergiques que la potasse ou la soude.

» *Platine.* — A la température de l'arc, le platine est rapidement liquéfié et, mélangé à de la chaux fondue, il entre de suite en ébullition. Après l'expérience, on retrouve en abondance des gouttelettes de platine condensées sur les fragments de chaux et sur la partie inférieure du couvercle. En même temps la vapeur de platine se diffuse dans la chaux fondue, et cette dernière prend une teinte enfumée. Parfois on rencontre sur de grandes lamelles de chaux des cristaux de platine bien nets de plusieurs millimètres de longueur.

» Lorsque la chaux est en fusion au contact du platine, si l'on refroidit brusquement le four en arrêtant l'arc et en retirant le couvercle, on voit nettement, au milieu de la masse solidifiée, de petites cheminées cylindriques par lesquelles s'échappaient les vapeurs de platine. En même temps, on reconnaît que la chaux qui a été fondue est colorée en noir marron par suite de la condensation des vapeurs de platine qui pénétraient toute la masse.

» Ces tubes cylindriques qui laissaient dégager les vapeurs du métal en ébullition ont été retrouvés dans les expériences faites au moyen du nickel, du cobalt, du fer et surtout du manganèse.

» Leur existence nous indique que la chaux liquide passe par l'état pâteux avant de reprendre l'état solide.

» Ces expériences nous démontrent aussi que, dans certains cas, en particulier lorsque l'oxydation ne se produit pas, on peut obtenir assez facile-

ment la cristallisation des métaux par simple vaporisation dans un bain de chaux fondue.

» Nous ajouterons que, à cette haute température, le platine en ébullition fixe du calcium. Nous avons trouvé dans le métal non volatilisé de 2,54 à 3,01 pour 100 de calcium. »

ARCHÉOLOGIE. — *Analyse de quelques objets métalliques antiques;* par M. **Berthelot.**

« Ces objets proviennent des collections du Louvre, et particulièrement de statuettes hiératiques. Ces statuettes, ayant été forées à la base afin de permettre la fixation sur un pied, ont fourni une certaine quantité de poudre, que M. Heuzey m'a prié d'analyser.

» I. *Statuette représentant une femme qui soutient avec ses deux bras une corbeille posée sur sa tête.* — La femme, haute de 20^{cm} environ, est nue jusqu'à la ceinture; mais la partie inférieure de son corps est revêtue d'une sorte de jupe, couverte d'inscriptions.

» Il n'y a pas de jambes, le corps se terminant en pointe. Cette figurine a été un type courant depuis le temps de Goudéah jusqu'à celui du roi Rim-Sin, pendant une période d'une vingtaine de siècles.

» Les figurines de ce genre jouaient le rôle d'amulettes, que l'on enterrait dans les fondations des édifices. La statuette présente est datée de Bour-Sin, roi chaldéen de la ville d'Our, vers le XXVIe siècle avant notre ère.

» Elle est d'une couleur rouge de cuivre; elle présente sur toutes les parties du corps une double patine : l'une, superficielle, verdâtre, enlevée par places; l'autre, plus profonde et plus uniforme, rougeâtre.

» On a fait plusieurs analyses du métal (trois dosages distincts).

» La première a porté sur une poudre extraite à 35^{mm} de profondeur, dans l'axe vertical. Cette poudre présentait l'apparence d'un métal blanc rougeâtre. Elle contenait, sur 100 parties :

Cu	76,0
Pb	18,1
	94,1
Soufre notable, fer, oxygène, etc.	5,9

» Ni étain, ni zinc, ni arsenic, ni antimoine.

» Cette composition m'ayant surpris, j'ai fait détacher de la queue de la statuette un fragment compact, nettement rouge, qui a été soumis à une analyse spéciale (deux dosages); sur 100 parties :

Cu	77,4
Pb	17,0
S	2,3
	96,7

» Un peu de fer, pas d'étain, de zinc, d'antimoine, ou d'arsenic.

» Cette analyse confirme la première; sauf un léger excès de plomb à l'intérieur, attribuable à un commencement de liquation.

» La patine renfermait du carbonate de cuivre, du plomb et du fer oxydés.

» Ainsi la statuette actuelle est constituée principalement par un alliage d'une partie de plomb avec un peu plus de quatre parties de cuivre et une dose de soufre notable, provenant sans doute du minerai qui a servi à fabriquer ces métaux.

» Cette composition contraste avec celle des statuettes anciennes de Goudéah et de Our-Nina, constituées par du cuivre presque pur. Elle ne diffère pas moins de celle de la statuette de l'époque du roi Rim-Sin, datée celle-ci de 2200 avant notre ère ([1]), également formée de cuivre à peu près pur.

» Cette circonstance m'ayant inspiré quelques doutes, j'ai cru devoir faire répéter l'analyse du dernier métal sur un échantillon de poudre, extrait du centre de la statue et ne renfermant par conséquent aucune patine. Voici les résultats :

Cuivre	95,7
Fer	3,1
	98,8
Soufre et oxygène	1,2

» Ni étain, ni plomb, ni zinc, ni antimoine, ou arsenic.

» II. *Statuette babylonienne de date inconnue, haute de* 122^{mm}. — Elle représente un prêtre barbu, ou une divinité, coiffé d'une tiare, tenant un

([1]) Cette analyse a été publiée dans le numéro de janvier 1902 des *Annales de Chimie et de Physique* avec une faute d'impression étrange, le mot *patine oxydée* ayant été remplacé par *potasse oxydée*, p. 65; aucun chimiste n'a dû s'y méprendre.

animal sur sa poitrine. Métal rougeâtre, poudre mêlée de carbonate de chaux.

» L'oxygène a été dosé sous forme d'eau, en chauffant la matière dans un courant d'hydrogène.

» Pas de plomb, ni de zinc, d'antimoine, ou d'arsenic.

Cu	79,5
Sn	1,25
Fer	0,8
O	9,75
CO^3Ca	8,3
	99,6

» Ce métal était fortement oxydé.

» III. *Piédestal d'un petit taureau babylonien, ayant l'apparence du bronze, avec incrustations d'argent.* — Le métal de la statue n'a pas pu être analysé; celui de son piédestal contenait :

Cu	82,4
Sn	11,9
Fer	4,1
	98,4
Oxygène et perte	1,6
	100,0

» Pas de plomb, ni d'antimoine, de zinc, ou d'arsenic.

» Ce métal est un bronze ordinaire, avec une dose sensible de fer.

» On voit que la composition de ces alliages, sous une même apparence de métal rouge, offre une grande diversité, dès qu'on arrive au-dessous de l'an 3000 avant notre ère. J'ai fait déjà la même remarque pour les métaux égyptiens.

» Cette diversité résultait en partie de la nature du minerai; mais les additions de plomb et d'étain sont intentionnelles.

» IV. *Cachet hétéen, formé d'un métal blanc* (*Louvre*). — C'est de l'argent, avec des traces de cuivre et de fer.

» V. *Matière provenant de la nécropole d'Abou-Roash, IVe dynastie, en Égypte.* — Elle m'a été envoyée, comme renfermant de l'argent, par l'Institut français d'Archéologie orientale du Caire.

» Je l'ai partagée en deux échantillons d'après l'aspect, l'objet étant informe.

» 1° Matière la plus foncée, la moins friable :

Pb	28,93	
Cl	6,81	
O	0,70	(1)
CO^2	1,93	
SiO^2	51,27	
Al^2O^3, eau, CO^3Ca	10,36	
Pas d'argent, ni de cuivre.		

» 2° Matière moins foncée, plus friable :

Pb	22,20
Cl	5,86
O	0,40
CO^2	1,16
SiO^2	56,96
Al^2O^3	8,94
CO^3Ca; eau	4,48

» C'est un mélange d'argile avec du chlorure de plomb, renfermant un quart environ de carbonate.

» Il provient sans doute de l'altération d'un objet de plomb, qui a séjourné pendant des siècles au sein d'eaux saumâtres renfermant des chlorures. Ces sels accélèrent et même déterminent l'oxydation des métaux, tels que le fer, le cuivre, le plomb, l'argent, changés lentement en chlorures, oxychlorures, ou oxydes, suivant la diversité des conditions. Il suffit, dans certains cas, de la présence d'une trace de chlorure pour déterminer, jusque dans les collections des musées, la désagrégation progressive et la destruction des objets de cuivre et de plomb, qui semblent atteints d'une sorte d'efflorescence et moisissure apparente, comme le savent les conservateurs. J'ai reproduit ces effets dans mon laboratoire et j'en ai donné la théorie (2). »

---

(1) Calculé d'après le poids du plomb, lequel n'est plus à l'état de métal, mais de chlorure, pour les deux tiers environ, et de carbonate.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série : p. 551 (Objets de cuivre); p. 554 (Objets d'argent); 1895.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur le passage de l'hermaphrodisme à la séparation des sexes par castration parasitaire unilatérale*. Note de M. **Alfred Giard**.

« En 1888, dans mes *Nouvelles recherches sur la castration parasitaire* (1), j'ai signalé ce fait singulier que l'action de certains parasites sur les glandes génitales d'un hôte hermaphrodite peut déterminer l'atrophie d'un sexe seulement et favoriser au contraire le fonctionnement du sexe opposé. C'est ainsi que chez les Ophiures (*Amphiura squamata* Delle Chiaje) infestées par des Orthonectides (*Rhopalura ophiocomæ* Gd) on observe, en général, avec la réduction des ovaires une activité plus grande des testicules.

» Et après avoir discuté le petit nombre de cas de ce genre alors connus (on en pourrait citer plusieurs autres aujourd'hui), je concluais ainsi :

» Rappelons enfin les bons effets du croisement et la nécessité si bien mise en évidence par Darwin, de l'introduction d'un élément mâle étranger, même chez les animaux ou les plantes physiologiquement hermaphrodites, et nous pourrons nous demander si la *castration parasitaire* des Amphiures n'est pas plutôt une circonstance favorable à l'espèce. J'ai souvent observé, en effet, que les individus renfermant des œufs et des jeunes en abondance avaient les testicules très réduits (peut-être mécaniquement, peut-être aussi en raison de la dépense organique faite par la glande femelle); la castration aurait donc pour résultat de rétablir l'équilibre des sexes et rendrait physiologiquement dioïque une espèce morphologiquement hermaphrodite.

» Il existe dans le règne végétal un cas absolument comparable. C'est celui de la castration du Figuier par *Blastophaga grossorum*. Les belles observations de Fritz Müller et de Solms-Laubach sur la signification du *Caprificus* considéré comme mâle du Figuier à fruits comestibles me paraissent s'éclairer d'un jour nouveau et prendre un haut caractère de généralité, si on les rattache, comme nous n'hésitons pas à le faire, à la théorie de la castration parasitaire. On peut même se demander si des cas tels que ceux du Figuier et de l'*Amphiura* ne nous révèlent pas *un des moyens par lesquels s'est opéré, soit chez les végétaux, soit chez les animaux, le passage de l'état hermaphrodite à l'état unisexué,* et si ces espèces ne sont pas les derniers témoins d'un état de choses autrefois plus général. En d'autres termes, il est permis de supposer que la tendance qu'une espèce hermaphrodite a eue à devenir mâle ou femelle sous l'influence d'un parasite a pu être fixée et exagérée par la sélection jusqu'à la complète séparation des sexes (2).

---

(1) *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, t. XIX, p. 13, 22.

(2) Dans un Travail antérieur, j'avais montré les rapports qui existent entre les états

» Des faits très curieux récemment publiés par Th. Meehan [1] prouvent que les parasites végétaux (les Champignons en particulier) peuvent, comme les parasites animaux, déterminer la castration unilatérale et qu'ils sont capables d'intervenir ainsi dans la production de formes hybrides, absolument comme le font les horticulteurs à l'aide de la fécondation artificielle après castration unilatérale (ablation des étamines).

» Dans la pépinière de Meehan poussaient côte à côte une grande quantité de *Vernonia Baldwini* et *V. arkansana* et quelques rares *V. Jamesii*. Pour accroître le nombre de ces derniers, des graines furent récoltées et semées. Cent pieds environ fleurirent en 1889; presque tous étaient des hybrides de *Jamesii* avec *Baldwini* ou avec *Arkansana;* une douzaine seulement donnèrent le vrai *V. Jamesii*.

» Cela renversait toutes les idées reçues sur la fécondation chez les Composées où la pollinisation s'opère généralement par autofécondation, tout au plus entre fleurs d'un même capitule ou d'un même pied.

» Or Meehan avait dû lutter depuis plusieurs années contre un Champignon des racines de *Liatris* et de *Vernonia Jamesii*, qui en deux ou trois ans avait complètement détruit les *Liatris* et fortement réduit le nombre des *Vernonia* de son jardin.

» L'effet immédiatement visible de ce Champignon est de rendre les plantes plus rameuses; celles qui ont une allure spiciforme deviennent paniculées [2]. A l'arrière-saison la tige s'élargit, tend à devenir fasciée et émet des branches nombreuses, comme cela s'observe souvent à l'automne chez les *Solidago* et chez *Erigeron canadensis*.

» Les botanistes J.-B. Ellis, de New-Jersey, et P. Halsted, de New-Brunswick, à qui ces plantes furent soumises, n'y constatèrent rien de plus

---

morphologiquement dioïques ou unisexués des *Melandryum* modifiés par l'*Ustilago violacea*.

(1) Th. Meehan, *Fungi as agents in cross fertilization* (*Proceedings of the Acad. of nat. Sc. Philadelphia*, 1900, p. 341).

(2) Pendant un récent voyage en Corse, nous avons fréquemment observé, M. Gerber et moi, des modifications de ce genre chez une Composée très commune dans toute l'île, *Cupularia viscosa* L. Les pieds modifiés étaient surtout très abondants au voisinage des lieux habités, sur le bord des routes (notamment sur la route d'Ajaccio à la Chapelle des Grecs), près des fumiers, etc. C'est dans ces conditions qu'on rencontre surtout les plantes infestées par les Cryptogames de toute nature. L'aspect des *Cupularia* modifiés est tout à fait celui décrit par Meehan pour les *Vernonia*; le port *spiciforme* de la plante normale devient *paniculiforme*.

qu'une hypertrophie des tissus envahis par le Cryptogame. Mais dès qu'il eut observé les phénomènes d'hybridation relatés ci-dessus, Meehan porta son attention sur les étamines et reconnut que les anthères, normalement blanches chez les *Vernonia*, étaient brunes chez les plantes parasitées et ne renfermaient pas de pollen en bon état. Le pistil seul était sain et une petite Abeille (*Halictus parallelus*, d'après J. Fox) visitant ces fleurs leur apportait le pollen blanc (normal) des autres *Vernonia*. Ainsi s'explique comment Gray a pu trouver en liberté des hybrides entre *Vernonia* d'espèces très différentes (*Arkansana* × *Baldwini*, *fasciculata* × *Baldwini*, *Baldwini* × *Lindheimeri*).

» A cet ordre de faits se rattachent évidemment d'une façon très nette ceux que M. Molliard a signalés dans une Note récente [1], sur les pétalodies déterminées par des Champignons radicicoles.

» Dans quelle mesure convient-il d'en rapprocher également le cas très étonnant des modifications florales de *Pulicaria dysenterica* Gaertn. que j'ai étudié naguère? C'est ce que je n'ose encore décider [2]. Bien que chez ces *Pulicaria* tératologiques Molliard ait trouvé constamment une association parasitaire intéressant les organes souterrains des plantes anormales (*loc. cit.*, p. 150), il faut convenir que les effets produits par le Cryptogame présentent dans ce cas quelque chose de très particulier. Une même cause (un Champignon radicicole) agissant dans un même lieu et dans des conditions en apparence identiques, détermine sur des individus d'une plante hermaphrodite végétant côte à côte des modifications florales A ♂ et B ♀ très différentes, sans qu'il y ait entre ces modifications de transitions graduelles !

» Je dois même signaler ici une complication qui m'avait échappé lors de mes premières recherches. Certains pieds de *Pulicaria* tératologiques, mêlés en très petit nombre aux formes A et B, réalisent une troisième forme C également fort curieuse. Les capitules de la forme C se font remarquer souvent par l'existence à la périphérie de quelques fleurons

---

(1) M. Molliard, *Fleurs doubles et parasitisme* (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 548-551; 7 octobre 1901).

(2) A. Giard, *Sur la transformation de* Pulicaria dysenterica *Gaertn. en une plante dioïque* (*Bull. scient. de la France et de la Belgique*, t. XX, 1889, p. 53-75, *Pl. I*). — Depuis la publication de ce Mémoire, la station où végètent les *Pulicaria* anormales s'est étendue grâce à mes soins, et je serai très heureux d'en communiquer des spécimens vivants aux botanistes qui m'en feraient la demande.

ligulés (généralement 1-6). Je les avais pris d'abord pour des individus soit de la forme A ♂, soit de la forme B ♀, faisant plus ou moins retour au type normal; mais en examinant de plus près ces capitules, j'ai reconnu que les fleurons du centre sont parfaitement normaux et non dépourvus d'anthères comme dans la forme B, et que les fleurons périphériques non ligulés ont absolument la forme bilabiée à pétales aigus et inégaux des fleurons périphériques des *Centaurea*. En adoptant les idées hypothétiques que j'ai développées en 1889 pour relier entre eux ces faits embarrassants, la forme C pourrait être considérée comme un rappel atavique d'un stade phylogénique *Procentaurea* dans l'évolution de *Pulicaria*.

» Sans nier qu'il puisse exister dans ces transformations de *Pulicaria* qu'on pourrait appeler brusquement *disjonctives* quelque action parasitaire, il me semble que le cas est complexe et mérite de nouvelles investigations tant au point de vue physiologique qu'au point de vue morphologique.

» J'ai observé d'ailleurs en divers endroits, et principalement sur les bords des routes qui traversent la forêt d'Hardelot, près Boulogne-sur-Mer, une autre modification tératologique de *Pulicaria dysenterica*, beaucoup plus comparable à celle des *Vernonia* et des *Cupularia* dont nous avons parlé ci-dessus. Le port des plantes infestées est très caractéristique : les rameaux sont plus abondants, étalés et plus effilés. Les capitules sont fort réduits, à fleurons peu nombreux (quelquefois 5 ou 6 fleurons seulement). Dans ce cas l'action d'un Cryptogame parasite radicicole, facile à constater d'ailleurs, se manifeste par des effets continus et de même nature chez tous les pieds envahis.

» Il est donc vraisemblable qu'il existe chez les Composées, et même chez une espèce particulière, des Champignons parasites radicicoles de diverses natures dont l'action morphogène varie spécifiquement. L'influence de ces parasites sur les conditions de sexualité de leurs hôtes est également variable et nous fournit des expériences naturelles d'un grand intérêt pour la Biologie générale. »

MÉCANIQUE. — *Sur les conditions aux limites en Hydrodynamique.* Note de M. P. Duhem.

« Pour déterminer la forme des conditions vérifiées soit au contact d'un fluide et d'un solide, soit au contact de deux fluides, on a fait appel soit,

comme Navier et Poisson, à des considérations moléculaires, soit à des hypothèses non tirées de principes généraux.

» Nous avons tenté de traiter la même question au moyen des principes sur la viscosité et le frottement, que nous avons indiqués il y a plusieurs années [1]; voici, en résumé, les résultats auxquels nous sommes parvenu :

» Aux divers travaux virtuels que l'on a à considérer en Hydrodynamique on doit adjoindre le travail virtuel $d\varpi_w$ de la *viscosité de contact* et le travail virtuel $d\varpi_\psi$ du *frottement de contact*. Soient u_1, v_1, w_1 les composantes de la vitesse en un point, infiniment voisin de la surface de contact et appartenant au corps 1; u_2, v_2, w_2 les composantes de la vitesse en un point analogue appartenant au corps 2; δx_1, δy_1, δz_1 les composantes du déplacement virtuel au premier point; δx_2, δy_2, δz_2 les composantes du déplacement virtuel au second point; posons

$$r'\delta r = (u_1 - u_2)(\delta x_1 - \delta x_2) + (v_1 - v_2)(\delta y_1 - \delta y_2) + (w_1 - w_2)(\delta z_1 - \delta z_2),$$

en désignant par r' la vitesse relative dont $(u_1 - u_2)$, $(v_1 - v_2)$, $(w_1 - w_2)$ sont les composantes. Nous aurons

$$d\varpi_w = \int f r' \delta r \, dS, \qquad d\varpi_\psi = \int G \frac{r'}{|r'|} \delta r \, dS.$$

» Les intégrations s'étendent à la surface de contact; les deux grandeurs f et G sont essentiellement négatives; f dépend de la température T au point de contact, des densités ρ_1, ρ_2 des deux corps au voisinage de ce point, enfin de la vitesse relative r'. Les variables dont G dépend vont être précisées dans un instant.

» La condition

$$(\delta x_1 - \delta x_2)\cos(n_1 x) + (\delta y_1 - \delta y_2)\cos(n_1 y) + (\delta z_1 - \delta z_2)\cos(n_1 z) = 0$$

est imposée, en tout point de la surface S, à tout déplacement virtuel du système; dès lors, pour transformer en identité l'égalité que l'on obtient en écrivant que la somme des travaux virtuels est nulle, il faut ajouter au

---

(1) *Théorie thermodynamique de la viscosité, du frottement et des faux équilibres chimiques* (*Mémoires des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 5e série, t. II; 1896).

premier membre le terme

$$-\int \varpi[(\delta x_1 - \delta x_2)\cos(n_1 x) + (\delta y_1 - \delta y_2)\cos(n_1 y) + (\delta z_1 - \delta z_2)\cos(n_1 z)]\,dS.$$

» G dépend alors uniquement de T, ρ_1, ρ_2, r', ϖ :

$$G = \mathfrak{G}(T, \rho_1, \rho_2, r', \varpi).$$

» Lorsque r' tend vers o, $\mathfrak{G}$ tend vers une limite négative $\Gamma(T, \rho_1, \rho_2, \varpi)$.

» Bornons-nous, désormais, au cas où le corps 2 est solide. Si nous désignons par Π la pression, par p_{x1}, p_{y1}, p_{z1} les composantes de la pression fictive de viscosité, nous aurons, en tout point de la surface de contact,

$$(1)\quad \begin{cases} (\Pi - \varpi)\cos(n_1 x) - p_{x1} = \left(f + \dfrac{\mathfrak{G}}{|r'|}\right)(u_1 - u_2), \\ (\Pi - \varpi)\cos(n_1 y) - p_{y1} = \left(f + \dfrac{\mathfrak{G}}{|r'|}\right)(v_1 - v_2), \\ (\Pi - \varpi)\cos(n_1 z) - p_{z1} = \left(f + \dfrac{\mathfrak{G}}{|r'|}\right)(w_1 - w_2). \end{cases}$$

» Selon ces égalités, la grandeur ϖ est égale à la pression Π augmentée de la projection sur la normale n_1 du vecteur p_{x1}, p_{y1}, p_{z1}. Si l'on désigne par q la projection de ce même vecteur sur la surface S, projection qui est dirigée comme la vitesse r', on a

$$q = -fr' - \mathfrak{G}\frac{r'}{|r'|}.$$

Si l'on supposait que $\mathfrak{G}$ fût nul et que f fût indépendant de r', on retrouverait la condition admise par Navier et par Poisson.

» Si $\mathfrak{G}$ n'est pas nul, la condition précédente pourra, dans certaines conditions, devenir contradictoire ; dans ce cas, au lieu de supposer que le fluide glisse sur le solide, on sera tenu de supposer que le fluide adhère au solide. On aura alors, en tout point de leur commune surface,

$$u_1 = u_2, \qquad v_1 = v_2, \qquad w_1 = w_2.$$

» En outre, la théorie générale de la viscosité et du frottement montre que l'on devra avoir, en tout point de cette même surface,

$$\frac{p_{x1}}{\cos(n_1, x)} = \frac{p_{y1}}{\cos(n_1, y)} = \frac{p_{z1}}{\cos(n_1, z)}. \text{ »}$$

M. **Marey**, en présentant à l'Académie un Volume intitulé : « La pression artérielle de l'homme, à l'état normal et pathologique », par notre regretté Confrère *C. Potain*, s'exprime comme il suit :

« Notre Confrère Potain avait préparé, quand la mort l'a surpris, un important Travail sur la pression du sang dans les artères chez l'homme sain ou malade. L'instrument de mesure dont il a fait usage est basé sur un principe imaginé par Bach, mais qu'il a tellement modifié et perfectionné qu'on le désigne sous le nom de *sphygmomanomètre* de Potain.

» L'auteur a étudié les variations de la pression artérielle suivant l'âge, le sexe, les attitudes du corps, les influences physiologiques diverses qui modifient l'action du cœur ou des vaisseaux.

» La partie pathologique n'est pas moins scrupuleusement étudiée; on y trouve mis en lumière l'abaissement de pression qui est si marqué dans la fièvre typhoïde et la phtisie tuberculeuse, l'élévation énorme dans le diabète et la néphrite interstitielle.

» Ces recherches sont le produit de dix ans de travail persévérant, faites sur un très grand nombre de sujets. Elles sont coordonnées et discutées avec une clarté extrême. On a trouvé ces Notes prêtes pour l'impression; elles portaient manuscrite une dédicace que mon cher et regretté Confrère me faisait de son Travail. Les éditeurs ont eu la pensée bien touchante pour moi de reproduire, en tête du Volume, le fac-similé de cette dédicace. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Jacquin** adresse un Mémoire intitulé : « Étude du vol des oiseaux, au sujet de la question de la dirigeabilité des aérostats ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **E. Mossé** adresse une Note relative à la Navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **P. Philippi** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé le 9 décembre 1901, et inscrit sous le n° 6445. Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient un Mémoire relatif à la navigation aérienne, sous le titre : « La conquête de l'air ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. **Alfred Picard**, M. **Jules Tannery** prient l'Académie de les comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, devenue vacante par le décès de M. *de Jonquières*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La « Carte géologique d'Islande, au $\frac{1}{600000}$, dressée par M. *Thoroddsen* ». (Présenté par M. de Lapparent.)

2° Le deuxième Volume de l'Ouvrage : « L'alimentation en eau et l'assainissement des villes, par M. *Ed. Imbeaux* ». (Présenté par M. Maurice Lévy.) (Renvoi au concours des Arts insalubres.)

3° Le « Rapport sur les travaux du Service du nivellement général de la France, en 1899 et 1900, par M. *Ch. Lallemand* ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la croissance des fonctions entières.* Note de M. **Pierre Boutroux**, présentée par M. Painlevé.

« J'ai fait connaître, dans une précédente Note, une propriété de la dérivée logarithmique d'une fonction entière; je me propose de donner à ce sujet quelques indications complémentaires [1].

» Soit $f(x)$ une fonction de genre p et d'ordre ρ (suivant la terminologie de M. Borel); soient $g(x)$ sa dérivée logarithmique, $a_1, a_2, \ldots$ ses zéros. Appelons $\psi(i)$ une fonction réelle telle que $|a_i| > \psi(i)$; si ρ n'est pas entier, nous supposerons en outre que les rapports $\frac{[\psi(i)]^\rho}{i}$ et $\frac{i}{[\psi(i)]^{p+\varepsilon}}$ sont toujours croissants à partir d'une certaine valeur de i. Si ρ était entier, on ferait la même hypothèse sur des rapports de la forme $\frac{\psi^\rho(\log\psi)^\sigma}{i}$ et $\frac{i}{\psi^\rho(\log\psi)^{\sigma_1}}$.

[1] Une faute d'impression s'est glissée dans ma Note du 13 janvier. Le premier membre de l'inégalité (5) est $g(re^{\theta\sqrt{-1}})$ et $\varphi(r)$ est supposé supérieur au nombre i des pôles dont le module est inférieur à r.

» Déterminons le nombre n par l'égalité

$$|x| = \psi(n).$$

» *On a, sur une infinité de cercles de rayons indéfiniment croissants,*

$$(1) \qquad |g(x)| < h\frac{n \log n}{r} \qquad (h \text{ positif fini}).$$

» *La même inégalité est satisfaite, quel que soit* $|x|$, *en une infinité de points de module* $|x|$.

» Partant de l'égalité

$$g(x) = \sum \frac{x^p}{a_i^p(x - a_i)},$$

je démontre d'abord que, *quel que soit* x, la somme des termes pour lesquels on a

$$\left|\frac{a_i}{x}\right| < \frac{1}{1+\alpha} \quad \text{ou} \quad \left|\frac{a_i}{x}\right| > 1 + \alpha$$

(α étant un nombre positif), est inférieure à la limite (1).

» Pour évaluer les autres termes, nous nous servirons d'une remarque qui peut donner lieu à plusieurs applications.

» Soient un segment de longueur l et ν points $r_1, r_2, \ldots, r_\nu$ sur ce segment. Divisons-le en n segments égaux $s_1, \ldots, s_n$, n étant supérieur à 4ν, et marquons d'un signe convenu certains de ces segments, en procédant comme il suit : Si s_i contient q points r_i, nous marquerons s_i, puis q segments à droite et q segments à gauche de s_i. Si l'un des segments ainsi marqués, s_j, contient à son tour q' points r_i, nous marquerons encore les q' segments qui suivent s_{i+q}, et les q' segments qui précèdent s_{i-q}. Nous aurons marqué finalement 3ν segments au plus. Si r est un point de l'un des segments restants ($r_k < r < r_{k+1}$), nous aurons

$$r_{k+1} - r > \frac{l}{n}, \quad \ldots, \quad r_{k+i} - r > \frac{li}{n}$$

et des inégalités analogues pour les points r_i situés à gauche de r.

» On peut présenter autrement ce résultat en disant que, pour une infinité de valeurs de $|x|$, la limite que l'on obtiendra pour la somme $\sum \frac{1}{||x| - |a_i||}$ ne sera pas plus élevée que si la distribution des points $|a_i|$ était uniforme. De là on déduit aisément la proposition énoncée.

» La même méthode conduit sans peine à d'autres résultats du même genre. Considérons l'inégalité

$$(2) \qquad |g(x)| < \frac{hn(\log|x|)^2}{|x|} \qquad (h \text{ positif fini})$$

et soit A une aire proportionnelle à $|x|^2$. Nous pouvons démontrer que les régions de l'aire A où l'inégalité (2) n'est pas satisfaite forment une aire infiniment petite par rapport à l'aire totale A.

» On peut établir également que l'on a, en même temps que l'inégalité (2) et dans les mêmes régions, l'inégalité

$$(3) \qquad |g'(x)| < \frac{hn(\log|x|)^2}{|x|^2}.$$

» Cette inégalité fournit une limite supérieure des fonctions méromorphes satisfaisant aux deux premiers types d'équations différentielles du second ordre, signalées par M. Painlevé. Dans l'inégalité (3) n sera, en tout cas, comparable à r^ρ, ρ étant l'ordre de $f(x)$; pour les fonctions entières de M. Painlevé, cet ordre aura l'une des valeurs $\frac{5}{2}$ et 3 que j'ai indiquées dans ma précédente Note.

» La remarque faite plus haut sur la distribution des points a_i peut servir aussi à préciser notablement un théorème de M. Hadamard.

» Supposons, pour simplifier, que l'ordre ρ de $f(x)$ ne soit pas entier. On peut démontrer que *l'on a, sur une infinité de cercles de rayons indéfiniment croissants,*

$$f(x) > e^{-hn},$$

h étant un nombre fini, et n ayant la même signification que plus haut. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarque sur la Communication précédente.* Note de M. PAUL PAINLEVÉ.

« Tous les analystes apprécieront à leur haute valeur les résultats contenus dans les deux dernières Communications de M. P. Boutroux. Je voudrais insister ici sur leur application aux équations différentielles du second ordre.

» Les équations du second ordre et du premier degré qui engendrent des transcendantes uniformes nouvelles sont réductibles, comme je l'ai

montré, aux types

$$(1) \qquad y'' = 6y^2 + x,$$

$$(2) \qquad y'' = 2y^3 + xy + \alpha,$$

$$(3) \qquad y'' = \frac{y'^2}{y} + e^x(\alpha y^2 + \beta) + e^{2x}\left(\gamma y^3 + \frac{\delta}{y}\right)$$

(α, β, γ, δ constantes quelconques).

» Les intégrales $y(x)$ de ces équations sont *méromorphes* et représentables par le quotient de fonctions *entières*, soit $u(x)$, qui vérifient une équation différentielle du troisième ordre très simple, qu'on déduit aussitôt de chacune des équations (1), (2) et (3). Pour que l'intégration des équations (1), (2), (3) fût achevée, il restait à *limiter supérieurement le module de ces transcendantes entières;* autrement dit, à trouver une limite supérieure $M(r)$ de $|u(x)|$ pour $|x| = r$. En effet, chaque fonction $u(x)$ est développable, dans le plan des x, en série de Mac-Laurin; mais il était indispensable de connaître l'*approximation* avec laquelle ce développement, limité au terme de rang n, représente la fonction dans un cercle donné. La connaissance de $M(r)$ définit aussitôt cette approximation. Plus généralement, il restait à étudier les transcendantes $y(x)$ et $u(x)$ dans le domaine du point essentiel $x = \infty$, au point de vue de la croissance, du genre, de la répartition des zéros et des pôles, etc.

» Dans mes dernières publications j'avais dit que cette étude pourrait se faire en appliquant, au point $x = \infty$, la méthode même que j'avais employée pour discuter les singularités de $y(x)$ à distance finie, et qui m'avait permis de démontrer que ces singularités étaient nécessairement des pôles. Cette méthode m'a permis, depuis lors, de définir avec une grande précision, pour les équations (1), (2), (3), la nature du point essentiel $x = \infty$. Pour les équations (1) et (2), les plus importants de ces résultats coïncident avec ceux que vient de faire connaître M. P. Boutroux. Si je signale cette coïncidence, ce n'est certes pas pour diminuer le mérite de M. Boutroux. Il est, au contraire, très remarquable que des théorèmes aussi généraux que les siens, appliqués aux équations (1) et (2), lui donnent *presque immédiatement* (en partant de ce seul fait que l'intégrale est méromorphe) des résultats aussi précis.

» J'indiquerai brièvement pour l'équation (1) les conclusions auxquelles j'arrive, sous la forme même que leur donne la méthode employée.

» Une intégrale quelconque $y(x)$ de cette équation est, pour les grandes

valeurs de x, comparable, *en général*, à $x^{\frac{1}{2}}$. D'une façon précise, soit $|x|=r$; les points x pour lesquels $|y(x)|$ n'est pas compris entre $r^{\frac{1}{2}}\log r$ et $\frac{r^{\frac{1}{2}}}{\log r}$ forment dans le plan une infinité de *taches* exceptionnelles, de diamètre maximum indéfiniment décroissant $\left(\text{de l'ordre de } \frac{1}{r^{\frac{1}{4}}}\right)$, et l'aire totale de ces taches dans un cercle de grand rayon est négligeable par rapport à l'aire du cercle. Pour une infinité de cercles (concentriques à l'origine et de rayon indéfiniment croissant) — on peut dire pour tous les cercles *pris au hasard* —, $|y(x)|$ est compris entre les deux limites indiquées. Il suit de là aussitôt que $y(x)$ est représentable par une série

$$y(x) = C + \sum\left[\left(\frac{1}{x-a_n}\right)^2 - \frac{1}{a_n^2}\right]$$

qui converge absolument aussi rapidement que la série $\sum \frac{1}{n^{\frac{6}{5}}}$.

» Quant à la fonction entière $u(x)$ correspondante,

$$u = e^{+\int z\,dx}, \qquad z = -\int y\,dx,$$

elle est *exactement* d'ordre $\frac{5}{2}$ (¹), son module est limité par $e^{h^{\frac{5}{2}}}$ (h fini); elle est de genre 2. C'est le résultat de M. Boutroux.

» Parmi les fonctions $y(x)$ définies par (1), il en est une remarquable : c'est celle qui répond aux conditions initiales $x=0$, $y_0=0$, $y'_0=0$. La fonction entière $u_1(x)$ correspondante est une fonction entière de $x^5=\xi$, soit $u_1=\varphi(\xi)$; *cette fonction* $\varphi(\xi)$ *est de genre zéro*.

» Je reviendrai prochainement sur les transcendantes définies par les équations (2) et (3). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de factorielles*. Note de M. NIELS NIELSEN, présentée par M. Picard.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 30 décembre 1901), j'ai trouvé la forme générale d'une fonction développable en série de factorielles. Je donnerai des applications de la formule générale susdite.

(¹) Je tiens à dire que M. Borel m'avait fait savoir, il y a plusieurs mois, que l'ordre de la transcendante $u(x)$ devait être vraisemblablement égal à $\frac{5}{2}$.

» En premier lieu, déduisons quelques séries particulières assez intéressantes.

» En prenant d'abord

$$f(t) = \frac{1}{t}\left(\frac{1}{e^t - 1} - \frac{1}{t} + \frac{1}{2}\right),$$

on trouve la série de factorielles de Binet, et l'on peut démontrer que cette série est convergente pourvu que $\mathfrak{R}(x) > 0$.

» Prenons ensuite

$$f(t) = (1+t)^{\mu};$$

la fonction génératrice a les mêmes propriétés que la précédente. Ici nous obtiendrons les séries de Schlömilch, qui représentent comme des cas particuliers le logarithme-intégrale et la transcendante de Kramp. Ces séries sont convergentes aussi pourvu que $\mathfrak{R}(x) > 0$.

» Soit enfin

$$f(t) = (1+t^2)^{\mu - \frac{1}{2}};$$

mêmes propriétés de $\varphi(z)$ et même champ de convergence. Nous trouvons ici la série de factorielles, nouvelle, je crois, pour la fonction

$$Y^{(\mu)}(x) - Z^{(\mu)}(x),$$

où $Y^{(\mu)}(x)$ est la fonction cylindrique de seconde espèce, tandis que l'on a posé

$$Z^{(\mu)}(x) = \frac{2\left(\frac{x}{2}\right)^{\mu}}{\sqrt{\pi}\,\Gamma\left(\mu + \frac{1}{2}\right)} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin(x \sin\varphi)(\cos\varphi)^{2\mu}\, d\varphi, \qquad \mathfrak{R}(\mu) > -\frac{1}{2},$$

fonction qui est analogue à la fonction cylindrique de première espèce $\Phi^{(\mu)}(x)$.

» Dans une autre occasion je montrerai, en m'appuyant sur les recherches générales de M. U. Dini, dans son Ouvrage *Serie di Fourier* (t. I, Pise, 1880, et des parties inédites du Tome II), qu'il n'est pas possible de développer une fonction *arbitraire* en série infinie où $\Phi^{(\mu)}(x)$ et $Z^{(\mu)}(x)$ jouent le même rôle que $\cos x$ et $\sin x$ dans les séries de Fourier. Cependant, il est possible de développer dans une telle série des fonctions non développables en séries ordinaires de Fourier.

» Revenons maintenant aux problèmes plus généraux concernant les séries de factorielles.

» Il est évident qu'une fonction de x ne peut être développée que d'une seule façon selon des factorielles de l'argument x. Quant au développement selon des factorielles de l'argument $\alpha x + \beta$, α et β étant deux constantes finies, nous avons d'abord

$$\Omega(x - \beta) = \int_0^1 \varphi(Z)\,Z^{x-\beta-1}\,dZ;$$

c'est-à-dire que la fonction génératrice de $\Omega(x-\beta)$ sera $\varphi(Z)\,Z^{-\beta}$, ce qui montre clairement que $\Omega(x)$ peut être développée en série de factorielles de l'argument $x + \beta$. Nous aurons de même

$$\Omega\left(\frac{x}{\alpha}\right) = \int_0 \varphi(e^{-t})\,e^{-\frac{tx}{\alpha}}\,dt = \alpha\int_0^{\infty,\frac{1}{\alpha}} \varphi(e^{-\alpha t})\,e^{-tx}\,dt,$$

où la dernière intégration doit être effectuée de $t = 0$ à $t = \infty$ le long de la ligne droite passant par le point $\frac{1}{\alpha}$. Or, il faut nécessairement que cette intégration s'effectue le long de l'axe des nombres positifs; pour obtenir cela, intégrons le long de la circonférence d'un secteur de rayon infiniment grand et limité par les deux lignes droites susdites. De cette manière, l'intégrale de Cauchy donnera

$$\Omega\left(\frac{x}{\alpha}\right) = \alpha\int_0^{\infty} \varphi(e^{-\alpha t})\,e^{-tx}\,dt,$$

pourvu que l'on ait à la fois

$$\mathfrak{R}(\alpha) > 0, \qquad \mathfrak{R}(x) > 0, \qquad \mathfrak{R}(x - \alpha\lambda) > 0, \qquad \mathfrak{R}\left(\frac{x}{\alpha}\right) > \lambda,$$

λ désignant le premier nombre caractéristique de $\varphi(Z)$.

» Supposons maintenant ou que $\varphi(Z)$ soit holomorphe dans toute l'étendue du plan, ou que $Z = 0$ soit le seul point singulier fini de $\varphi(Z)$, $Z = 0$ est toujours le seul point singulier fini de $\varphi(Z^\alpha)$ et le nombre caractéristique de cette fonction est respectivement $-\mathfrak{R}(\alpha)$ et $\lambda\,\mathfrak{R}(\alpha)$.

» *Posons αx au lieu de x, nous aurons le développement cherché, dont le champ de convergence se détermine aisément.*

» Le coefficient général se présente sous cette forme remarquable :

$$\sum_{s=0}^{n-1} C_n^s\,\alpha^{n-s+1} f^{(n-s)}(0), \qquad f(t) = \varphi(e^{-t}).$$

» *Les fonctions particulières que nous venons de considérer possèdent toujours des développements de ce genre.*

» Cependant, la multiplication de l'argument, prise dans cette généralité, s'arrête ici. En effet, désignons par $re^{i\nu}$ un point singulier fini et différent de zéro de $\varphi(Z)$, tous les points $(re^{i\nu})^{\frac{1}{\alpha}}$ seront des points singuliers de $\varphi(Z^\alpha)$. Or, un tel point singulier ne doit pas être situé à l'intérieur du cercle

$$x^2 + y^2 = 2x,$$

d'où, en posant

$$(re^{i\nu})^{\frac{1}{\alpha}} = \sigma e^{i\tau},$$

on aura

$$\sigma \geqq 2\cos\tau,$$

condition qui ne peut pas être remplie si α est complexe, ce qui donnera cette proposition :

» *Supposons que* $\varphi(Z)$ *ait des points singuliers finis, outre* $Z = 0$, $\Omega(x)$ *ne peut être développé en série de factorielles de l'argument* αx *que si* α *est un nombre réel.* D'où l'on déduit : *Soit* $\varphi(Z)$ *une fonction génératrice ayant des points singuliers finis, outre* $Z = 0$, *dont le module ne surpasse pas l'unité,* α *doit être nécessairement un nombre rationnel.*

» Quant à ces valeurs rationnelles de α, étudions l'angle réel τ. Il est évident que cet angle privé des multiples possibles de 2π ne doit pas être situé entre $+\frac{\pi}{3}$ et $-\frac{\pi}{3}$. Cela posé, l'étude de quelques équations indéterminées en nombres entiers donne cette dernière proposition :

» *Le numérateur de* α *ne peut être que* 1, 2 *et* 3. *De plus, le numérateur* 3 *n'est possible que dans des cas très particuliers faciles à indiquer.* »

ASTRONOMIE. — *Coïncidences entre les éléments des planètes.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. Lœwy.

« Si l'on veut étudier les coïncidences d'un élément déterminé, il faut définir tout d'abord la loi de distribution de cet élément dans l'anneau, c'est-à-dire une certaine fonction φ de cet élément qui soit propre à en figurer la distribution ; or, on ne saurait en rien présumer la forme de cette fonction et, d'autre part, le calcul peut devenir assez rapidement illusoire si l'on introduit des puissances élevées de la variable. Cependant, avec des

précautions, nous avons pu choisir différentes fonctions φ (1), montrer que la représentation est suffisante, et obtenir des résultats assez concordants pour être comparés avec utilité aux nombres expérimentaux : ces derniers sont très sensiblement supérieurs aux espérances mathématiques qui résultent du choix des différentes fonctions φ, ce qui revient à dire qu'il paraît exister une raison cosmogonique qui prédispose à des coïncidences d'éléments dans l'anneau des astéroïdes, fait important au point de vue de l'hypothèse d'Olbers.

» Par ailleurs (2), nous avons vu l'intérêt qu'il pouvait y avoir à chercher l'influence de Jupiter dans la répartition de l'anneau, ce qui nous a directement conduit à calculer les constantes de Tisserand pour les petites planètes, quantités dont la distribution et les coïncidences méritent d'être étudiées de plus près ; car elles nous sont une nouvelle transition continue entre les astéroïdes et les comètes, et viennent confirmer la notion d'origine ou d'actions perturbatrices dirigeantes de même nature pour tous ces astres. De plus, si Jupiter joue un rôle prépondérant, nous arrivons à la compréhension de deux actions également importantes : celle de Mars, de préférence sur le bord qui lui est voisin, et celle de l'anneau sur lui-même par les perturbations considérables de deux planètes passant très près l'une de l'autre; de cette façon, nous avons été conduit à supposer que la masse perturbatrice pouvait être à diverses distances du Soleil, de Jupiter à Mars, en prenant aussi les bords de l'anneau et sa région la plus riche. L'application de l'intégrale de Jacobi nous permet de calculer cinq constantes k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, en nous rapprochant sans cesse du Soleil, quantités dont nous ferons ailleurs une étude plus suivie.

» Mais la théorie indique déjà que l'espérance mathématique des coïncidences est proportionnelle à la latitude permise ε pour les coïncidences d'éléments; en est-il ainsi pratiquement ? Nous n'insisterons pas sur les éléments qui définissent géométriquement l'orbite (3), l'excentricité paraissant beaucoup plus sensible et beaucoup plus capricieuse que le moyen mouvement ; pour la proportionnalité, nous allons voir qu'elle est assez loin parfois d'être satisfaite. Pour cela, donnant des valeurs très diverses à ε, et nombrant dans chaque cas les coïncidences, nous obtenons des résultats

---

(1) J. Mascart, *Annales de l'Observatoire de Paris*, t. XXIII.

(2) J. Mascart, *Comptes rendus*, 10 avril 1899; *Bulletin astronomique*, octobre 1899.

(3) J. Mascart, *Bulletin astronomique*, août 1898.

qui, réduits à l'unité, présentent les variations maxima inscrites pour les cas suivants :

e.	$\frac{1}{a}$.	k_1.	k_2.	k_3.	k_4.	k_5.
1 à 1,56	1 à 2,00	1 à 1,68	1 à 1,85	1 à 2,94	1 à 1,29	1 à 1,68

» Il y a lieu, d'ailleurs, de voir comment se produit cette variation singulière suivant que ε croît ou décroît, et l'attention mérite d'être appelée sur telle valeur de k pour laquelle les coïncidences varient presque régulièrement en raison inverse de ε, par laquelle par conséquent l'espérance mathématique devrait être proportionnelle à une puissance de ε inférieure à l'unité.

» Nous allons montrer par un exemple l'utilité qu'il peut y avoir à rapporter les orbites planétaires au plan de Jupiter et non à l'écliptique, comme on le fait assez arbitrairement : si l'on recherche les coïncidences qui peuvent exister entre les longitudes des nœuds et des périhélies, on les trouve aussi fréquentes dans l'un ou l'autre cas sur l'écliptique; le phénomène se modifie d'une manière importante par rapport au plan de l'orbite de Jupiter, et, d'abord, parce que les coïncidences deviennent moins nombreuses que dans le cas précédent, et, surtout, parce que les deux éléments se séparent, les analogies étant sensiblement plus fréquentes pour les périhélies que pour les nœuds, de sorte que Jupiter paraît plutôt laisser subsister celles-ci que celles-là.

» Pour rendre tous ces résultats comparables, il faut les rapporter à un même nombre de planètes, ou de combinaisons possibles, à une même fraction de la variation totale dont est susceptible l'élément étudié, puis adopter pour nombre expérimental la moyenne des nombres relatifs aux diverses valeurs de ε. En opérant ainsi, nous allons indiquer le nombre des coïncidences à $\frac{1}{1000}$ près de l'amplitude possible pour l'élément, c'est-à-dire, par exemple, le nombre des coïncidences à $0^{\circ},36$ pour les longitudes; on trouve de la sorte :

e.	$\frac{1}{a}$.	Ω.	ϖ.	k_1.	k_2.	k_3.	k_4.	k_5.
243	393	325	368	333	444	856	496	393

» Ces variations considérables nous ont fait comprendre la nécessité d'une étude plus détaillée, pour chercher ceux de ces éléments qui, en vertu de causes originelles, sont ou non favorisés, en même temps que

pour étudier l'influence des perturbations sur ces singularités. On peut toujours énoncer dès à présent que :

» Il existe des raisons cosmogoniques prédisposant aux coïncidences d'éléments, que l'on rencontre toujours en plus grand nombre que la théorie ne l'indique.

» On peut admettre que l'action de Jupiter tend à diminuer le nombre de ces coïncidences, peut-être par des perturbations séculaires, du moins en ce qui concerne les longitudes des nœuds — et surtout les excentricités. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'application des équations de Lagrange aux phénomènes électrodynamiques et électromagnétiques.* Note de M. **Liénard**, présentée par M. A. Potier.

« M. Carvallo (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 924), en prenant comme exemple la roue de Barlow, arrive à ce résultat que les équations de Lagrange ne seraient pas toujours applicables aux phénomènes électrodynamiques, notamment dans le cas des conducteurs à deux ou trois dimensions.

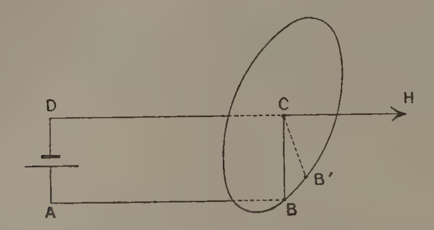
» Nous nous proposons d'établir que cette restriction n'est pas fondée et qu'un raisonnement rigoureux appliqué au calcul des équations de Lagrange conduit bien aux équations exactes du mouvement de la roue de Barlow.

» 1. *Force pondéromotrice exercée sur la roue.* — La force correspondant au paramètre x est égale à $\frac{\partial T}{\partial x}\cdot \partial T$, différentielle partielle par rapport à x, doit naturellement être prise en supposant que les autres variables qui figurent dans T (notamment les y') sont constantes, c'est-à-dire que les *intensités de courant restent constantes pendant le déplacement*.

» Or, que doit-on entendre par là? Est-ce en chaque point de l'espace que la densité de courant doit rester constante, ou, au contraire, par rapport à la matière entraînée? Si l'on se reporte au cas des courants linéaires, la réponse n'est pas douteuse; la question ne se pose même pas : c'est évidemment dans le fil que le courant reste le même. Donc dans un espace à trois dimensions nous devrons aussi, pour calculer $\frac{\partial T}{\partial x}$, opérer comme si les tubes de courant étaient entraînés dans le déplacement et la déforma-

tion de la matière, le flux d'électricité à travers chaque tube conservant sa valeur primitive.

» Supposons que le courant y'_1 remonte dans la roue suivant le rayon vertical BC. Donnons à la roue, pour évaluer ∂T, une rotation virtuelle dx qui amènera BC en B'C. Nous devrons considérer le courant comme sui-



vant maintenant la ligne ABB'CD, ce qui revient à ajouter à l'ancien système de courants un autre courant y'_1 suivant le contour CBB'C. L'augmentation de T est donc égale à $y'_1\,d\Phi$, $d\Phi$ étant le flux à travers CBB'. En ne considérant que l'action du courant y'_2, $d\Phi$ est de la forme $\mathrm{K}y'_2\,dx$ et

$$\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial x} = y'_1 \frac{\mathrm{K}\,y'_2\,dx}{dx} = \mathrm{K}y'_1 y'_2.$$

» L'erreur de M. Carvallo a uniquement pour origine la symétrie du système qui fait que, pendant la rotation de la roue, le courant suit toujours la verticale de C. Cela amenait tout naturellement à supposer que, dans un déplacement virtuel, il fallait aussi considérer le courant comme fixe dans l'espace.

» 2. *Force électromotrice d'induction.* — Son expression pour un courant linéaire fermé où circule un courant y' est $-\frac{d}{dt}\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial y'}$. Le calcul de $\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial y'}$ ne présente aucune particularité, car il faut supposer les x constants, c'est-à-dire tout au repos. $\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial y'}$ est égal au flux Φ à travers le contour et $-\frac{d}{dt}\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial y'} = -\frac{d\Phi}{\partial t}$.

» C'est le calcul de $\frac{d}{dt}$ qui est sujet à erreur. Considérons encore le cas d'un circuit linéaire. $d\Phi$ représente évidemment la variation totale de Φ, due tant à la variation du champ qu'au déplacement du circuit dans le champ. De même ici, dans le calcul de $\frac{d}{dt}\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial y'}$, nous devons tenir compte de ce que, par une rotation dx, le *circuit matériel* ABCD prend

la forme ABB′CD. Le coefficient d'induction mutuelle des deux circuits étant nul, la variation de $\frac{\partial T}{\partial y'}$, ou Φ, se réduit à $K y'_2\, dx$, d'où

$$-\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial y'} = -K y'_2 \frac{dx}{dt} = -K y'_2 x'_1.$$

» Nous nous sommes borné à l'examen du cas étudié par M. Carvallo, mais nous avons vérifié d'une façon absolument générale que la théorie de Maxwell est applicable au cas de conducteurs à trois dimensions, même s'il y a dans le champ des aimants permanents et des corps magnétiques parfaitement doux, à perméabilité constante ou non. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Électrodynamique des corps en mouvement.* Note de M. E. Carvallo, présentée par M. H. Poincaré.

« 1. *Introduction.* — L'analyse de la charge d'un condensateur par un courant voltaïque conduit (¹), pour les corps en repos, à ces lois :

» 1° *Le flux du courant total à travers toute surface fermée est nul.*

» 2° *La force électromotrice totale dans tout contour fermé est nulle.*

» J'en ai déduit les équations de l'Électrodynamique pour les corps en repos (²). Je vais étendre ces résultats aux corps en mouvement.

» 2. *Les deux lois fondamentales étendues aux corps en mouvement.* — La première loi est une loi de liaison analogue à celle de l'incompressibilité des liquides. Elle s'étend de la même façon aux corps mobiles : la surface à travers laquelle on compte le flux peut être soit fixe, soit mobile avec l'un des corps. Quant à la deuxième loi, c'est celle des travaux virtuels pour les déplacements compatibles avec la liaison d'incompressibilité. Comment doit-on l'appliquer aux corps en mouvement? Il faut prendre les déplacements compatibles avec les liaisons du système *considéré fictivement comme au repos* dans sa situation à l'époque t. Ce sont les déplacements électriques qu'on peut imaginer suivant tous les contours fermés. Ainsi la deuxième loi s'applique encore à tous les contours fermés fixes. L'expression du travail des forces d'inertie sera seule changée; c'était, pour les corps en repos, le flux du vecteur $-a'$, vitesse de variation de

---

(¹) E. Carvallo, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1290; 30 décembre 1901.

(²) E. Carvallo, *Ibid.*, t. CXXXIV, p. 36; 6 janvier 1902.

l'induction magnétique changée de signe; pour les corps en mouvement, il résulte de ma Note du 23 décembre sur les lois de l'*inertie* électrique [1] que ce sera le même flux augmenté de l'intégrale du vecteur $f|[x'a]$ le long du contour. Je vais rappeler ce qu'est ce vecteur. J'en profiterai pour combler une lacune que j'ai vivement regrettée.

» 3. *Force électromotrice d'induction due au mouvement de la matière.* — J'ai établi dans ma Note du 23 décembre que, pour les conducteurs magnétiques ou non et pour les électrolytes, cette force est représentée en chaque point par le même vecteur $|[x'a]$ qui représente le parallélogramme construit sur la vitesse x' et l'induction magnétique a. Pour les diélectriques, j'ai dit que l'expérience faisait défaut. Or M. Blondlot la réalisait quand j'écrivais ma Note [2]. Il a trouvé une force nulle pour l'air. Je pense que, pour un diélectrique dont le pouvoir inducteur spécifique est K_1 différent de celui du vide K_0, on trouverait $\frac{K - K_0}{K}\Big|[x'a]$, comme l'indique M. Blondlot d'après Lorentz. Quoi qu'il en soit, on peut représenter la force par $f|[x'a]$, f étant égal à 1 pour les conducteurs et les électrolytes, à zéro approximativement pour les gaz, la valeur de f restant à préciser pour les diélectriques autres que les gaz, voisins du vide.

» 4. *Équations de l'Électrodynamique pour les corps en mouvement.* — On les obtient comme pour les corps en repos. Ce sont d'abord, pour les milieux continus [3],

$$(1) \qquad \frac{d}{dx}\Big|u = 0, \qquad \Big|\frac{d}{dx}\mathrm{U} = a' - \Big|\frac{d}{dx}f\Big|x'a.$$

» Pour les surfaces de discontinuité, la composante normale du courant total u est continue; la composante tangentielle de la force électromotrice $\mathrm{U} + f|x'a$ est continue.

» La première équation (1) est celle d'incompressibilité; l'autre exprime le principe des travaux virtuels pour les déplacements électriques δq compatibles avec la liaison d'incompressibilité. Nous devons écrire, en outre, l'équation des travaux virtuels pour les déplacements compatibles avec la mobilité mécanique des corps qui forment le système.

---

(1) E. Carvallo, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1195; 23 décembre 1901. C'est par erreur typographique que cette Note a été intitulée : « Lois de l'*énergie* électrique. » C'est *inertie* qu'il faut lire.

(2) Blondlot, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 778; 11 novembre 1901.

(3) E. Carvallo, *Loc. cit.* Notation de Grassmann.

Pour cela, j'appelle T_1 la force vive proprement dite et q_1 l'un des paramètres de mobilité. Le travail virtuel pour $\delta q_1 = 1$ comprend plusieurs termes : le travail des tensions électriques de potentiel W, c'est $-\frac{dW}{dq_1}$; le travail des autres forces appliquées (mains de l'observateur, par exemple), je le désigne par Q_1 ; le travail des forces d'inertie d'origine purement mécanique, c'est $-\left(\frac{dT_1}{dq'_1}\right)' + \frac{dT_1}{dq_1}$, quand la formule de Lagrange est applicable; enfin le travail des forces d'inertie électrique $f|[ua]$, c'est l'intégrale de volume étendue à tout l'espace

$$\int f\left(\frac{dx}{dq_1} ua\right) d\tau$$

du parallélépipède construit sur les trois vecteurs $\frac{dx}{dq_1}$, u et a, et multiplié par la constante f du n° 3. L'équation des travaux virtuels correspondant à la coordonnée q_1 est donc

$$(2) \qquad Q_1 - \frac{dW}{dq_1} = \left(\frac{dT_1}{dq'_1}\right)' - \frac{dT_1}{dq_1} - \int f\left(\frac{dx}{dq_1} ua\right) d\tau.$$

» Aux équations (1), (2) on peut ajouter celles qui concernent le champ magnétique et l'induction magnétique

$$(3) \qquad \left|\frac{d}{dx}\alpha = 4\pi u, \quad \frac{d}{dx}\right| a = 0.$$

» Aux surfaces de discontinuité, les composantes tangentielles de α sont continues, les composantes normales de a sont continues.

» Si les corps ne sont pas magnétiques, a est égal à α; dès lors, les équations (1), (2), (3) et les conditions aux surfaces de discontinuité déterminent le mouvement électrique et le mouvement mécanique du système, puisqu'elles forment l'expression complète du principe général des travaux virtuels.

» 5. *Équation de l'énergie.* — C'est l'équation des travaux virtuels où l'on remplace le déplacement virtuel par le déplacement réellement pris. On trouve que l'énergie fournie au système par les sources extérieures égale l'accroissement de son énergie totale composée de deux énergies potentielles et de deux énergies cinétiques, l'énergie électrique et l'énergie purement mécanique.

» 6. *Conclusions.* — 1° J'ai étendu aux corps en mouvement les deux lois fondamentales de l'Électrodynamique établies pour les corps en repos

dans une Note antérieure. La première loi est la liaison d'incompressibilité, la deuxième est la manifestation du principe des travaux virtuels sous la forme particulière qui convient à l'électricité.

» 2° J'ai donné les équations générales de l'Électrodynamique pour les corps en mouvement. Ce sont les équations des travaux virtuels.

» 3° L'équation de l'énergie s'en déduit comme en Mécanique.

» Ce sujet mérite des développements. Je les donnerai incessamment dans une publication d'ensemble sur l'Électrodynamique. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Constantes critiques et complexité moléculaire de quelques composés organiques*. Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **Ed. Mallet**, présentée par M. Sarrau.

« 1. Nous transcrivons, dans les deux Tableaux qui suivent, les résultats relatifs à une nouvelle série de mesures de constantes critiques. Pour la signification des abréviations et la disposition des Tableaux, nous renvoyons aux explications données dans une Note antérieure ([1]).

TABLEAU I.

Corps.	T_c.	p_c.	K_c.	$a_1 \times 10^4$.	$b_1 \times 10^4$.	$a \times 10^{-6}$.	b.
Anisol $C^6H^5OCH^3$	641,5	41,25	15,55	615,8	74,36	28,35	159,6
Phénétol $C^6H^5OC^2H^5$	647,0	33,8	19,14	785,6	92,78	35,20	196,4
m-crésol $C^6H^4CH^3OH$(1.3)	705,0	45,0	15,67	682,9	74,97	31,41	160,8
Aniline A $C^6H^5NH^2$	698,8	52,4	13,34	566,0	63,25	26,51	136,9
» B »	698,5	52,3	13,36	566,7	63,35	26,54	137,1
Diméthylaniline A $C^6H^5N(CH^3)^2$	687,7	35,6	19,32	844,2	93,72	37,78	198,2
» B »	687,2	36,0	19,09	832,3	92,53	37,30	195,9
Diméthyl-*o*-toluidine $C^6H^4CH^3N(CH^3)^2$	667,8	30,8	21,68	936,3	106,1	41,15	222,5

» Les quantités inscrites au Tableau II ont pour but de permettre de déterminer la complexité moléculaire des corps étudiés en prenant pour bases les règles fondamentales que nous avons résumées. L'application de ces règles conduit aux remarques suivantes :

» 1° Les composés aromatiques oxygénés et azotés que nous avons étudiés ne sont pas polymérisés à l'état critique, du moins d'une façon appréciable; cela résulte de la grandeur des rapports $D_c : D$ et $MR : K_c$.

([1]) Guye et Mallet, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1287.

Pour aucun d'eux, ce dernier n'est nettement inférieur à 1,8; les valeurs obtenues, généralement voisines de 2,0, sont du même ordre de grandeur que celles qui caractérisent le benzène (2,13) et le chlorobenzène (2,10).

TABLEAU II.

Corps.	$MR : K_c$.	$D_c : D$.	f.
Anisol..................	2,03	3,91	3,19
Phénétol..............	1,89	4,14	3,32
m-crésol..............	2,01	4,11	3,40
Aniline A.	2,17	4,00	3,22
» B.............	2,17	4,01	3,22
Diméthylaniline A.....	2,00	4,16	3,26
» B......	2,03	4,11	3,26
Diméthyl-*o*-toluidine...	1,97	4,08	3,24

» 2° L'examen des valeurs $MR : K_c$, $D_c : D$ et f indique aussi qu'entre le point d'ébullition et le point critique ces composés ne sont pas polymérisés d'une façon appréciable; seules les valeurs de f accuseraient peut-être une très faible polymérisation dans la phase liquide à basse température, et encore, sauf pour le métacrésol, ces valeurs, voisines de 3,2, sont-elles d'un ordre de grandeur déjà observé avec des corps non polymérisés, tel, par exemple, le décane ($f = 3,3$).

» Ces conclusions se trouvent néanmoins appuyées par le fait que : 1° les ascensions capillaires de l'aniline [1] indiquent une faible polymérisation dans la phase liquide, à basse température (bien en dessous du point d'ébullition); et 2° les ascensions capillaires du métacrésol [2] démontrent qu'à des températures voisines du point d'ébullition ce composé est encore partiellement polymérisé dans la phase liquide.

» 2. Notre dernière série de mesures concerne le groupe des nitriles, à propos duquel nous avons fait les observations consignées aux Tableaux III et IV ci-après :

---

[1] DUTOIT et FRIDERICH, *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 4e série, t. IX, p. 505.

[2] GUYE et BAUD, *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 4e série, t. XI, p. 549.

TABLEAU III.

Corps.	T_c.	p_c.	K_c.	$a_1 \times 10^4$.	$b_1 \times 10^4$.	$a \times 10^{-6}$.	b.
Acétonitrile CH^3CN...	543,2	47,7	11,39	369,9	53,59	17,59	116,9
Propionitrile C^2H^5CN.	558,7	41,3	13,53	459,6	64,20	21,49	138,8
Butyronitrile C^3H^7CN.	582,1	37,4	15,56	559,0	74,40	25,74	159,7
Capronitrile $C^5H^{11}CN$.	621,8	32,15	19,34	764,1	93,82	31,19	198,5
Benzonitrile C^6H^5CN..	699,2	41,6	16,81	732,7	80,77	33,42	172,5

TABLEAU IV.

Corps.	MR : K_c.	D_c : D.	f.
Acétonitrile...........	0,95	5,93	3,15
Propionitrile..........	1,14	5,22	3,16
Butyronitrile..........	1,28	4,86	3,17
Capronitrile...........	1,50	4,46	3,37
Benzonitrile...........	1,79	4,48	3,16

» L'examen des valeurs numériques consignées au dernier Tableau permet de formuler les conclusions suivantes :

» 1° A l'état critique, tous les nitriles aliphatiques sont nettement polymérisés, ainsi que cela résulte des valeurs des rapports MR : K_c et D_c : D;

» 2° Leurs coefficients de polymérisation sont les plus forts qui aient été observés jusqu'à présent; pour l'acide acétique, M. S. Young indique comme valeur de D_c : D le nombre 4,99;

» 3° La polymérisation décroît à partir du premier terme, tout en étant encore très appréciable avec le capronitrile;

» 4° Le benzonitrile lui-même est peut-être encore partiellement polymérisé à l'état critique; car la valeur MR : $K_c = 1,79$ est faible pour un composé aromatique;

» 5° Entre le point d'ébullition et le point critique, les nitriles étudiés par nous restent polymérisés dans les deux phases, ainsi que l'indiquent les valeurs de f; toutefois, pour le capronitrile ($f = 3,37$), la dépolymérisation est déjà appréciable.

» Ces conclusions viennent confirmer et généraliser ce que MM. Dutoit et Friderich [1] ont établi, pour la phase liquide, dans un intervalle plus restreint de température, par leurs mesures d'ascensions capillaires rela-

(1) DUTOIT et FRIDERICH, *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 4e série, t. IX, p. 119.

tives aux nitriles (acétonitrile, propionitrile, butyronitrile, *p*-tolunitrile). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés physiques de l'hydrogène sélénié.* Note de MM. DE FORCRAND et FONZES-DIACON.

« L'hydrogène sélénié a été peu étudié jusqu'ici au point de vue physique, ce qui tient sans doute à la difficulté de le préparer pur et sec, à son altération assez rapide, et aussi à son action toxique bien connue. On sait seulement qu'il ne se liquéfie pas à — 15° sous la pression atmosphérique, que sa densité gazeuse (2,795) est très voisine de la densité théorique, et que ses données critiques sont + 137° et 91^{atm}.

» On sait aussi généralement qu'il est beaucoup plus soluble dans l'eau que l'hydrogène sulfuré, renseignement peu précis, et inexact d'ailleurs, qui paraît dû à Berzelius.

» Dans le but de combler quelques-unes des lacunes que présente encore l'étude de ce composé, nous avons employé pour l'obtenir le procédé imaginé par l'un de nous [1]; il consiste à introduire dans une éprouvette pleine de mercure un fragment de séléniure d'aluminium pur et quelques gouttes d'eau froide. L'attaque se fait lentement et donne un gaz parfaitement pur; il est en outre absolument sec, si le séléniure d'aluminium est en excès. On peut alors le faire passer, sur la cuve à mercure même, dans les vases destinés à l'étudier, sans être aucunement incommodé dans ces opérations, comme on le serait s'il fallait employer un courant gazeux provenant d'un appareil générateur.

» Nous nous sommes proposé de déterminer la température de liquéfaction ou d'ébullition sous la pression atmosphérique, la densité à l'état liquide à cette température, la température de solidification, et la solubilité dans l'eau.

» I. *Température d'ébullition.* — Le gaz était introduit dans un tube en U renversé, de 30^{cm} environ de hauteur, dont une des branches était fermée et beaucoup plus étroite que l'autre [2]. On transportait ensuite la branche ouverte sur une cuve profonde et l'on refroidissait la branche extérieure fermée, au moyen d'un bain de chlorure de méthyle avec courant d'air sec. Un peu au-dessous de — 40°, le gaz s'est

---

(1) FONZES-DIACON, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1314.

(2) Les diamètres étaient respectivement 18^{mm} et $2^{mm},5$.

condensé en un liquide incolore. On cherchait alors, en faisant varier lentement la température, à quel moment la pression devenait égale à 760^{mm} : nous avons trouvé ainsi — 42° pour le point d'ébullition (¹) sous la pression normale.

» II. *Densité de l'hydrogène sélénié liquide à* — 42°. — On répétait l'expérience précédente en ayant soin de viser avec un cathétomètre la hauteur du liquide condensé dans la branche étroite, au-dessus de son extrémité fermée, à l'instant où la pression devenait égale à 760^{mm}. On notait aussi, sur le tube large, le niveau du mercure à ce moment, et on le notait encore au début ou à la fin de l'expérience sous la pression atmosphérique, alors que tout l'appareil était rempli de gaz à la température ordinaire. Il suffisait alors de séparer les deux tubes et de mesurer le volume occupé par le gaz qui s'était condensé et par le liquide. Nous avons trouvé (²) ainsi une densité de 2,12 pour l'hydrogène sélénié liquide à — 42°.

» III. *Température de solidification.* — On s'est encore servi du même appareil en ayant soin d'ajouter de la neige carbonique au bain de chlorure de méthyle et de condenser brusquement le gaz dans la branche étroite, à une température voisine de — 85°. Dans ces conditions, l'hydrogène sélénié n'a pas le temps de se réunir en masse au fond du petit tube; il se fige en parcelles solides et séparées contre les parois très froides. On peut dès lors saisir très exactement à quel moment ces parcelles fondent en gouttelettes et se rassemblent immédiatement à la partie inférieure, en suivant la marche très lentement ascendante du thermomètre. A — 64° le phénomène s'est produit très nettement. Le point de fusion est donc — 64°.

» IV. *Solubilité dans l'eau.* — Dans un tube gradué étroit (³) nous avons introduit exactement 0$^{cm^3}$,7 d'eau bouillie, puis un excès de gaz. Le tout a été agité à plusieurs reprises et abandonné sur la cuve à mercure pendant plusieurs heures, à la pression atmosphérique et à température constante (+13°,2). La diminution du volume, toutes corrections faites, était de 2$^{cm^3}$,32. La solubilité est donc de 3^{vol},31 à + 13°,2. En opérant de même à + 4°, nous avons obtenu comme solubilité 3^{vol},77; à + 9°,65, 3^{vol},43. Enfin, à + 22°,5 nous avons eu 2^{vol},70. Ce gaz n'est donc pas très soluble (⁴).

» Toutes ces expériences doivent être conduites aussi rapidement que possible, pour éviter l'altération spontanée de l'hydrogène sélénié en pré-

(¹) Toutes nos mesures de températures basses ont été faites avec des thermomètres Baudin à toluène, en $\frac{1}{10}$ de degré, gradués par comparaison avec le thermomètre à hydrogène et dont le zéro avait été vérifié.

(²) Comme contrôle de notre méthode, nous avons déterminé de la même manière la densité de AzH^3 liquide, que nous avons trouvée égale à 0,61. Les expériences de Ph. Joly (*Rep. Chim. pure*, t. III, p. 369) avaient donné 0,62.

(³) Gradué par M. Baudin suivant la méthode de M. Berthelot pour les tubes gazométriques.

(⁴) Nous n'avons pas pu déterminer la solubilité à des températures voisines de 0°, à cause de la formation de l'hydrate cristallisé, sur lequel nous reviendrons prochainement.

sence du mercure et sous l'influence de la lumière. Cependant cette décomposition est plus lente que nous ne le pensions; dans l'obscurité, elle est à peu près nulle au bout de 2 ou 3 jours; nous avons trouvé seulement 15 pour 100 d'hydrogène libre dans un échantillon d'hydrogène sélénié pur, après une semaine d'exposition en pleine lumière, en présence du mercure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Remarques sur les oxydes de molybdène.* Note de M. **Marcel Guichard**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans le Mémoire que j'ai publié sur les oxydes de molybdène (1), j'ai admis, après Bucholz, Berzelius, Rammelsberg, etc., que l'oxyde rouge de molybdène était du bioxyde hydraté.

» Dans un Travail publié en janvier 1901, M. Peter Klason (2) attribue à l'oxyde rouge la composition $Mo^2O^5, 3H^2O$; en admettant cette conclusion, il n'y aurait donc plus d'oxyde correspondant au bioxyde anhydre.

» Il faut noter que l'oxyde rouge hydraté n'a pas encore été isolé jusqu'ici à l'état de pureté, qu'il renferme toujours du chlorhydrate d'ammoniaque et de l'acide molybdique, et que, dans sa préparation, on ne s'est jamais préoccupé d'éviter son oxydation par l'air.

» Je pense donc qu'il y a lieu de reprendre l'étude de l'oxyde rouge de molybdène de façon à l'obtenir parfaitement pur et à en faire l'analyse complète, en dosant le métal, l'oxygène et l'eau; j'ai entrepris des expériences sur cette question.

» Dans un autre Mémoire (3), M. Peter Klason décrit plusieurs oxydes bleus de molybdène de formules $Mo^2O^5, 24MoO^3, 24H^2O$ et $Mo^2O^5, 18MoO^3, 21H^2O$ obtenus en laissant s'oxyder à l'air, pendant quelques heures ou quelques mois, le chlorure de molybdényle et d'ammoniaque. Il pense que les oxydes bleus ne sont pas des molybdates, mais des acides complexes analogues à l'acide phosphomolybdique.

» Plus récemment, M. Bailhache a préparé, par doubles décompositions entre le sulfate $Mo^2O^5, 2SO^3$ ou $Mo^2O^3, 2SO^4$ et des molybdates de baryum, plusieurs combinaisons bleues auxquelles il a donné les formules

$$Mo^2O^3, 2MoO^4, 6H^2O \quad \text{et} \quad (Mo^2O^3)^3 Mo^2O^{24}, 18H^2O.$$

(1) *Thèse* présentée à la Faculté des Sciences de Paris, décembre 1900.
(2) *Ber. der d. ch. G.*, t. XXXIV, p. 148.
(3) *Ber. der d. ch. G.*, t. XXXIV, p. 158; 1901.

Il pense qu'il y a toute une série d'oxydes bleus correspondant aux molybdates de baryum.

» Il y aurait donc aujourd'hui au moins cinq oxydes bleus de formules différentes.

» Plusieurs d'entre elles correspondent à des compositions très voisines : c'est ainsi que l'oxyde bleu M^2O^3, $2MoO^4$, $6H^2O$ de M. Bailhache renferme, anhydre, *théoriquement*, 68,57 pour 100 de métal et que celui que j'ai décrit en renferme en moyenne 68 pour 100.

» Les formules des autres oxydes indiquent moins de métal et plus d'oxygène.

» Or il est visible que, dans la préparation de ces derniers, on n'a pas cherché à éviter la présence d'acide molybdique en excès ou l'oxydation par l'air.

» Dans de nombreuses expériences non publiées, j'ai obtenu souvent des échantillons d'oxyde bleu de compositions différentes; je n'ai retenu définitivement que les méthodes de préparation donnant un oxyde de composition constante, exempt d'acide molybdique, et fait à l'abri de l'air.

» L'existence de plusieurs oxydes bleus de molybdène ne peut être admise que si l'on trouve entre ces différents oxydes des différences dans les propriétés physiques ou chimiques : les variations dans la composition centésimale de ces composés devant être attribuées, lorsqu'elles sont un peu considérables, à la présence d'acide molybdique dans l'oxyde préparé.

» Les Travaux que j'ai cités apportent d'ailleurs des modes nouveaux et intéressants de formation de l'oxyde bleu, mais je crois que tous ces oxydes sont identiques avec celui dont j'ai donné l'étude détaillée, ou sont des mélanges de ce composé et d'acide molybdique.

» La pluralité des oxydes bleus ne semble donc pas démontrée.

» La constitution de ces corps nous étant d'ailleurs parfaitement inconnue, on peut leur donner plusieurs formules différentes, suivant qu'on veut schématiser tels ou tels modes de formation, telles ou telles propriétés.

» Il est donc naturel d'attribuer, si on le désire, à l'oxyde bleu une formule renfermant du molybdyle ou du molybdényle, pourvu que cette formule corresponde à environ 68 pour 100 de métal. Si j'ai donné une formule renfermant de l'acide molybdique et de l'oxyde de molybdène, c'est parce qu'il se comporte en toutes circonstances, dans ses réactions, comme un molybdate d'oxyde de molybdène. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la décomposition de l'acétylène pendant sa combustion.* Note de M. **Fernand Gaud.**

« Lorsque, dans un bec à trous très fins, on brûle l'acétylène tel qu'il est obtenu de la décomposition de l'eau par le carbure de calcium, on ne tarde pas à constater que les orifices de sortie du gaz noircissent, puis se recouvrent d'un dépôt annulaire de carbone, allant en grandissant jusqu'à prendre les proportions d'une excroissance aux formes des plus capricieuses. Le débit devient irrégulier et l'on dit alors que le bec est encrassé.

» Ce phénomène de décomposition, qui a été le grand écueil de l'industrie de l'acétylène à son début, n'a jamais été étudié systématiquement, et le remède à l'encrassement a été cherché en modifiant de la façon la plus empirique l'un des deux facteurs en jeu : brûleur ou gaz brûlé. Les uns, attribuant le dépôt de carbone à l'influence décomposante de la température élevée prise par les becs, ont songé, pour rendre l'acétylène moins sensible à l'action de cette chaleur, à le diluer avec soit un gaz inerte, soit l'air atmosphérique, et ils ont créé dans ce but des becs spéciaux, dits *à mélange et à entraînement d'air.* Les autres, soupçonnant les impuretés du gaz brut d'être pour quelque chose dans l'encrassement, préconisent une épuration sévère du gaz.

» Devant cette divergence d'opinions, nous avons voulu soumettre la question à une expérimentation rigoureuse : ce sont les résultats de notre Travail que nous avons l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie.

» Nos expériences, faites d'abord sur des becs brûlant du gaz chimiquement pur, puis sur des becs brûlant du gaz souillé méthodiquement de chacune des impuretés ordinaires, nous ont démontré que si, dans certaines circonstances, la chaleur gagnée par la matière du bec peut se transmettre au gaz et favoriser sa décomposition en ses éléments, il est certain que constamment la présence de l'hydrogène sulfuré et des produits thioniques suffit pour provoquer cette décomposition dès la formation de la flamme.

» Dans la présente Communication, nous établirons seulement la première partie de nos conclusions.

» Un seul auteur, M. Bullier, a étudié scientifiquement le phénomène de l'encrassement. Dans son Mémoire sur les applications de l'acétylène à l'éclairage (*Bull. de la Société chim.,* 3e série, t. XVII, p. 646), ce savant attribue la séparation du carbone

à la décomposition des polymères de l'acétylène, ces polymères se formant à l'intérieur des becs « par suite, dit-il, de l'analogie de ceux-ci avec de véritables tubes à analyse » des gaz, le débit étant très faible par rapport à la quantité de gaz accumulée dans la » tête de ces becs ».

» Pour contrôler cette assertion, nous avons préparé de l'acétylène aussi pur que possible, en soumettant le gaz obtenu du carbure industriel à tous les lavages nécessaires, et nous l'avons brûlé dans des becs Manchester de 30^l, becs constitués par de petits cylindres en laiton enfermant une plaque de stéatite, percée dans son épaisseur de deux trous convergents : ces derniers débouchaient au fond d'une petite cupule, de 1^{mm} de diamètre et 5^{mm} de profondeur. Nous avons constaté que, lorsque ces becs étaient maintenus aux environs de leur pression normale d'utilisation, le dépôt de carbone apparaissait sur les points du bord de la cupule léchés par la flamme et sa formation n'était nettement appréciable qu'au bout de 12 à 15 heures de marche consécutives. Au bout de 100 heures de fonctionnement du bec, le dépôt gagne quelque peu en épaisseur et en étendue, mais sans jamais atteindre les orifices de sortie du gaz qui, en aucun cas, n'ont été obstrués, bien qu'il n'y ait aucune solution de continuité entre leur bord et la naissance de la flamme.

» Ces avantages disparaissent si l'on réduit la pression au point de mettre la flamme en veilleuse. Dans cette forme, la flamme est courte et épaisse : elle frôle une surface bien plus grande de la tête du bec; il suffit de quelques minutes pour voir noircir celle-ci et de quelques heures pour voir émerger le filament caractéristique; mais avec l'acétylène pur nous n'avons pas observé d'engorgement sensible des canaux du gaz avant 60 heures environ de fonctionnement. Nos essais ont porté sur plusieurs modèles de becs Manchester, et tous nous ont conduit au même résultat : pas d'encrassement tant que le bec brûle normalement; encrassement rapide si la flamme est réduite au minimum. Ce résultat différentiel n'a rien qui doive étonner; il est facile de l'accorder avec la théorie Bullier.

» Il est généralement admis que la polymérisation de l'acétylène est possible dès la température de 100°; comme l'encrassement est, d'après la théorie donnée par M. Berthelot, consécutif à cette polymérisation, il nous suffisait de rechercher si, dans les cas où nous obtenions un encrassement très net, nous pouvions constater ou démontrer dans le gaz brûlé une élévation préalable de température égale ou supérieure à 100°. La preuve contraire devait être faite. Nous ne pouvions songer à effectuer une mesure directe de la température du gaz dans l'intérieur d'un bec, mais rien ne s'opposait à ce que nous déterminions celle du bec lui-même et utilisions cette donnée pour calculer le nombre de degrés gagnés par le gaz pendant son séjour dans le bec. Cette dernière température nous est donnée par la formule du réchauffement des gaz établie par Witz,

$$\frac{dt}{d\theta} = v = \alpha(\beta\theta + \gamma\theta^2),$$

où θ exprime la température centigrade de l'enceinte, t celle de l'air, v le nombre de degrés gagnés en 1 seconde, α, β, γ des coefficients qui pour l'air sont 1,48, 0,11 et 0,0019 (nous admettons que la conductibilité de l'acétylène est égale à celle de l'air).

» En considérant que la masse du gaz enfermée dans la tête du bec met pour s'écouler tout entière un temps qui dépend du débit actuel du bec, et tenant compte

que le volume moyen des chambres ne dépasse pas $0^{cm^3},25$ et la température de leur paroi 400°, nous trouvons les chiffres suivants pour la température prise par le gaz:

Débit horaire........	2^l	4^l	10^l	20^l	30^l
dt.................	231°	115°	46°	23°	16°

» Ces résultats montrent que la polymérisation ne devient possible que si le débit des becs, construits pour 30^l, descend au-dessous de 5^l, c'est-à-dire devient inférieur au $\frac{1}{6}$ de sa valeur normale. C'est ce que nous avait appris l'expérience directe, et c'est seulement avec cette restriction que la théorie Bullier doit être acceptée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le tribromo et le triiododinaphtoxanthonium et sur les éthers bromhydrique bibromé et iodhydrique biiodé du prétendu binaphtylène-glycol.* Note de M. R. FOSSE, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note précédente, nous avons attribué aux dérivés monohalogénés des xanthènes, obtenus soit par les hydracides sur les hydrols, soit par les halogènes sur les xanthènes, la formule de constitution suivante, que nous devons à M. Haller :

```
        CH
   \  / | \  /
    |   |   |
   /  \ | /  \
       O — X
```

» Les corps représentés par cette formule, où l'oxygène fonctionne comme tétravalent en échangeant une liaison avec le carbone opposé, doivent pouvoir fixer 2^{at} d'halogène en donnant des dérivés trihalogénés.

» L'expérience a vérifié cette hypothèse et nous a conduit, dans le cas du dinaphtoxanthène

$$C^{10}H^6 \langle {CH^2 \atop O} \rangle C^{10}H^6, \quad \text{aux dérivés trihalogénés} \quad C^{10}H^6 \langle {\overset{H\ X}{C} \atop \underset{X\ X}{O}} \rangle C^{10}H^6.$$

» En outre, ces dérivés trihalogénés $C^{21}H^{13}X^{3}O$ sont identiques aux corps décrits dans la littérature chimique comme possédant à tort la formule $C^{22}H^{13}X^{3}O$ et le nom inexact d'*éthers d'hydracides bihalogénés*.

» *Action du brome sur le monobromodinaphtoxanthonium.* — Si, à une solution acétique chaude de 1mol de monobromodinaphtoxanthonium $C^{10}H^{6}\langle{}^{CH}_{O-Br}\rangle C^{10}H^{6}$, l'on ajoute 2at de brome, on obtient un précipité rouge carmin formé sans dégagement de H Br.

» Le corps formé répond à la formule $C^{21}H^{13}Br^{3}O$.

» L'équation qui lui a donné naissance est

$$(1)\qquad C^{10}H^{6}\left\langle\begin{matrix}CH\\ |\\ O\\ \diagdown Br\end{matrix}\right\rangle C^{10}H^{6} + Br^{2} = C^{10}H^{6}\left\langle\begin{matrix}Br\ \ H\\ \diagdown\diagup\\ C\\ O\\ \diagup\diagdown\\ Br\ \ Br\end{matrix}\right\rangle C^{10}H^{6}.$$

Les 3at de brome sont bien fixés sur le carbone et l'oxygène opposés du noyau pyranique et non sur les carbones benzéniques, puisque l'alcool bouillant les élimine.

» *Action du brome sur le dinaphtoxanthène.* — On peut obtenir directement le dérivé tribromé par l'action du brome sur une solution acétique chaude du dinaphtoxanthène.

» *Action de l'alcool.* — L'alcool bouillant agit sur le tribromodinaphtoxanthonium comme sur le monobromodinaphtoxanthonium; il régénère le dinaphtoxanthène et se transforme en éthanal

$$C^{10}H^{6}\left\langle\begin{matrix}CHBr\\ O\\ \diagdown\!\diagdown Br^{2}\end{matrix}\right\rangle C^{10}H^{6} + 2C^{2}H^{6}O = 2C^{2}H^{4}O + 3HBr + CH^{2}\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^{6}\\ C^{10}H^{6}\end{matrix}\right\rangle O.$$

» Le *prétendu éther bromhydrique bibromé* $C^{22}H^{13}O.Br^{3}$, obtenu par Br sur l'éther bromhydrique du prétendu binaphtylèneglycol, d'après

$$(2)\qquad \begin{matrix}C^{10}H^{6}-C-Br\\ |\qquad\quad \|\\ C^{10}H^{6}-C-OH\end{matrix} + Br^{2} = \begin{matrix}C^{10}H^{6}-C-Br^{2}\\ |\qquad\quad |\\ C^{10}H^{6}-C\left\langle\begin{matrix}OH\\ Br\end{matrix}\right.\end{matrix}$$

n'est autre chose que le tribromodinaphtoxanthonium. On se rappelle que nous avons montré l'identité de l'éther bromhydrique du prétendu binaphtylèneglycol avec le monobromodinaphtoxanthène; l'équation (2) doit donc être remplacée par (1) et la formule inexacte

$$C^{22}H^{13}O.Br^{3} \quad \text{par} \quad C^{21}H^{13}O.Br^{3}.$$

» Le *triiododinaphtoxanthonium* $C^{10}H^6\langle\begin{smallmatrix}CHI\\O\end{smallmatrix}\rangle C^{10}H^6$ (avec I^2 lié à O) est un corps cristallisé en aiguilles rouges à reflets verts; nous l'avons obtenu par l'action directe de l'iode sur une solution benzénique chaude de dinaphtoxanthène.

» L'action de l'alcool sur ce corps est la même que sur le dérivé tribromé.

» De même, *l'éther iodhydrique biiodé du prétendu* binaphtylène glycol $C^{22}H^{13}O.I^3$ doit être remplacé par le triiododinaphtoxanthonium $C^{21}H^{13}O.I^3$:

$$C^{10}H^6\langle\begin{smallmatrix}CHI\\O\end{smallmatrix}\rangle C^{10}H^6. \text{»}$$
$$\begin{smallmatrix}\diagup\;\diagdown\\ I\quad I\end{smallmatrix}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des éthers propioniques monohalogénés sur l'acétylacétone sodée*. Note de M. **Fr. March**, présentée par M. Haller.

« Poursuivant mes recherches sur l'action des éthers halogénés des acides saturés de la série grasse sur l'acétylacétone sodée ([1]), j'ai fait réagir sur ce sel de sodium l'α-bromopropionate et le β-chloropropionate d'éthyle. Ces deux réactions m'ont permis de préparer l'α-méthyl-ββ-diacétylpropionate d'éthyle et le ββ-diacétylbutyrate d'éthyle.

» I. *Action de l'α-bromopropionate d'éthyle sur l'acétylacétone sodée.* — Cet éther réagit comme le monochloracétate d'éthyle sur l'acétylacétone sodée.

» On chauffe au bain d'huile à 120°-140° avec réfrigérant à reflux, pendant 10 heures environ, un mélange de 60g d'acétylacétone sodée avec 90g d'éther α-bromopropionique. On obtient finalement, en opérant comme pour le ββ-diacétylpropionate d'éthyle, 50g environ d'une huile légèrement colorée en jaune passant à 145°-155° sous 33mm. Elle fournit après rectification un liquide presque incolore bouillant à 149°-151° sous 33mm et 128°-130° sous 10mm.

» L'analyse et la cryoscopie assignent à ce corps la formule $C^{10}H^{16}O^4$, la réaction qui lui a donné naissance pouvant être représentée par l'équation

$$\begin{matrix}CH^3-CO\\CH^3-CO\end{matrix}\rangle CH\,Na + CH^3-CH\,Br-CO^2C^2H^5$$
$$= Na\,Br + \begin{matrix}CH^3-CO\\CH^3-CO\end{matrix}\rangle CH-CH(CH^3)CO^2C^2H^5.$$

» L'α-méthyl-ββ-diacétylpropionate d'éthyle donne une coloration rouge foncé avec le perchlorure de fer, mais ne fournit pas de précipité avec l'acétate de cuivre.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1192, et t. CXXXII, p. 697.

Il est insoluble dans le carbonate de soude. Sa densité à 15° est $D_{15} = 1,067$; celle du ββ-diacétylpropionate d'éthyle étant $D_{15} = 1,093$.

» Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther.

» Traité par de l'éthylate de sodium en quantité théorique, il se décompose en donnant de l'acétate de soude et de l'*α-méthyllévulate d'éthyle* bouillant à 206°-208°.

» Une lessive de soude le décompose aussi en alcool, acétate de soude et sel de soude de l'acide *α-méthyllévulique*. Cet acide a été caractérisé par la semicarbazone qui fond à 191°.

» Il se combine à la phénylhydrazine, mais fournit une huile brune, très épaisse, qui se décompose à la distillation et n'a pas cristallisé.

» *Action de l'hydroxylamine.* — L'hydroxylamine agit sur l'α-méthyl-ββ-diacétyl-propionate d'éthyle et donne naissance simultanément à l'oxazol et à la dioxime correspondants.

» 20g d'éther sont traités par 10g de chlorhydrate d'hydroxylamine et 9g,8 de CO^3K^2 pur. On chauffe 4 heures au bain-marie. Après distillation de l'alcool et épuisement au moyen de l'éther, on obtient une huile qui cristallise en partie au bout de quelque temps; on sépare les cristaux par essorage à la trompe.

» L'huile filtrée, distillée dans le vide, bout à 143°-145° sous 21mm. Elle est incolore, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther. L'analyse et le dosage d'azote correspondent à la formule $C^{10}H^{15}O^3Az$, ou

$$\begin{array}{c} \qquad\qquad CH(CH^3) - CO^2C^2H^5 \\ \qquad\quad | \\ CH^3 - C - C = C - CH^3 \\ \quad \| \qquad\qquad | \\ \quad Az \text{———} O \end{array}$$

diméthyloxazol-méthyléthanoate d'éthyle.

» Cet oxazol fournit, par saponification au moyen d'une lessive de soude, l'*acide oxazol* correspondant $C^8H^{11}O^3Az$, cristallisé en aiguilles incolores, fondant à 106°, soluble dans l'éther, assez soluble dans l'eau et fournissant, après neutralisation par le carbonate de soude et précipitation par l'acétate de cuivre, un sel de cuivre vert fondant à 254°-255°, insoluble dans l'eau et dans l'alcool.

» Les cristaux séparés, par essorage à la trompe, de l'oxazol constituent la dioxime de formule $C^{10}H^{18}O^4Az^2$ fondant à 133°, soluble dans l'éther, l'alcool surtout à l'ébullition, ne donnant pas de coloration avec Fe^2Cl^6.

» Si, dans la préparation de la dioxime, on chauffe à l'ébullition beaucoup plus longtemps, 24 heures environ, on ne retrouve plus trace de dioxime, et quand on veut épuiser au moyen de l'éther, après avoir distillé l'alcool, il se forme un précipité cristallin qui fond à 203°-204° au bloc Maquenne et donne en solution alcoolique une coloration rouge foncé avec Fe^2Cl^6. Ce produit est très peu soluble dans l'éther, assez soluble dans l'alcool à l'ébullition.

» Il correspond, ainsi que le montrent les dosages de C, H et Az, au composé

$$\begin{array}{c} \qquad\qquad CH(CH^3) - CO \diagdown \\ \qquad | \\ CH^3 - C - CH - C - CH^3 \qquad O \\ \| \qquad\quad \| \\ AzOH \quad Az \text{———————} \end{array}$$

formé aux dépens de la dioxime par départ de C^2H^5OH.

» *Action de la semicarbazide.* — Deux molécules de semicarbazide s'unissent à une molécule d'éther α-méthyl-ββ-diacétylpropionique. Au bout de quelques heures, on obtient un précipité blanc insoluble dans tous les solvants habituels, sauf l'acide acétique et l'éther acétique à l'ébullition. Les analyses de ce précipité lui assignent la formule

$$C^{12}H^{22}Az^6O^4 + 0,5H^2O.$$

» Purifié par recristallisation dans l'éther acétique, il fond à 207°-208° et corres pond à

$$C^{12}H^{22}Az^6O^4 + 0,5CH^3 - COOC^2H^5.$$

» II. *Action du β-chloropropionate d'éthyle sur l'acétylacétone sodée ββ-diacétylbutyrate d'éthyle.* — L'action de l'éther β-chloropropionique sur le dérivé sodé de l'acétylacétone a été conduite de la même façon. Avec 25g d'éther β-chloropropionique et 25g d'acétylacétone, on a obtenu 15g d'un liquide jaune clair bouillant à 154°-155° sous 15mm.

» L'analyse de ce corps lui assigne la formule $C^{10}H^{16}O^4$. Il est isomère de l'α-méthyl-ββ-diacétylpropionate d'éthyle et formé suivant l'équation

$$\begin{matrix}CH^3 - CO \\ CH^3 - CO\end{matrix}\!\!>CHNa + CH^2Cl - CH^2 - CO^2C^2H^5$$
$$= NaCl + (CH^3 - CO)^2 = CH - CH^2 - CH^2 - CO^2C^2H^5.$$

» Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther. La solution alcoolique colore le perchlorure de fer.

» *Dérivé cuivrique.* — En solution alcoolique, traité par l'acétate de cuivre, il fournit un précipité gris soyeux, insoluble dans l'eau, très soluble dans le chloroforme qu'il colore en vert, fondant à 209° au bloc Maquenne et correspondant à la formule $(C^{10}H^{15}O^4)^2Cu$. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude des modifications chimiques chez la plante soumise à l'influence du chlorure de sodium.* Note de MM. **E. Charabot** et **A. Hébert**, présentée par M. Haller.

« Après avoir montré le rôle favorable qu'exerce l'assimilation chlorophyllienne sur la formation des éthers chez la plante (Charabot, *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 159), il importait d'entreprendre l'étude de l'influence des conditions de milieu ayant trait à la composition du sol sur la marche générale de la végétation et sur l'évolution des composés terpéniques.

» Dans une première série de recherches, dont les résultats vont faire l'objet de la présente Communication, nous avons examiné les modifications chimiques dues à une substance, le chlorure de sodium, défavorable

au développement de la plante. Nous ajouterons prochainement à ces résultats ceux que nous fournira l'étude des variations chimiques dues à un sel, le nitrate de sodium, favorable à la végétation.

» Les expériences ont été faites au moyen d'une plante, la menthe poivrée, qui élabore un alcool terpénique, ses éthers et la cétone correspondante en proportions assez notables pour permettre de saisir les variations susceptibles de se produire.

» Sur un premier lot de terrain, la menthe poivrée a été cultivée normalement, c'est-à-dire sans addition à la terre de sels minéraux, tandis que six rangées de plantes, de 4^m environ de longueur, et distantes l'une de l'autre d'à peu près $0^m,50$, ont été arrosées, le 23 mai 1901, avec une solution de 500^g de chlorure de sodium dans 20^l d'eau. Divers prélèvements de plantes ont été faits au fur et à mesure du développement de celles-ci, en vue de l'étude de la marche générale de la végétation et de l'évolution des composés terpéniques. Nous avons déterminé : le poids des divers organes, leur richesse en matière sèche; leur teneur en cendres, en eau, en matière organique; la composition des cendres et des huiles essentielles. Les résultats numériques de ces nombreuses analyses seront publiés d'une façon détaillée au *Bulletin de la Société chimique*; nous retiendrons ici, à l'exclusion de tous les autres, ceux qui nous paraissent indispensables pour l'exposé de nos conclusions.

» *Marche générale de la végétation.* — Les faits les plus saillants que nous ayons observés en étudiant la marche générale de la végétation sont relatifs à l'enrichissement de la plante en matière organique et à la diminution de la proportion centésimale d'eau.

» Nous allons insister sur ces deux points essentiels et, pour cela, mettre en évidence dans les Tableaux ci-après les différences qui se manifestent successivement dans les proportions d'eau et de matière organique.

	Diminutions successives de la proportion *centésimale* d'eau.			Diminution totale de la proportion *centésimale* d'eau.	
	Du 1er juin au 3 août.	Du 3 août au 20 août.	Du 20 août au 16 sept.	Du 1er juin au 16 sept.	Du 23 mai au 16 sept.
Culture normale	2,0	2,1	7,3	11,4	10,3
Culture au chlorure de sodium	1,8	4,4	9,5	15,7	13,7

	Augmentations successives de la proportion *centésimale* de matière organique.			Augmentation totale de la proportion *centésimale* de matière organique.	
	Du 1er juin au 3 août.	Du 3 août au 20 août.	Du 20 août au 16 sept.	Du 1er juin au 16 sept.	Du 23 mai au 16 sept.
Culture normale	1,63	3,48	6,71	11,82	11,94
Culture au chlorure de sodium	2,50	4,10	9,42	16,02	15,14

» Il ressort de ces Tableaux que, *chez la plante arrivée à un certain degré de développement* (*que cette plante soit cultivée normalement ou au chlorure de sodium*) *la proportion relative d'eau diminue constamment, tandis que la proportion relative de matière organique augmente*. En outre, et nous tenons à insister tout particulièrement sur ce point, *ces variations sont nettement plus considérables chez les plantes cultivées au chlorure de sodium que chez celles cultivées normalement*.

» *Évolution des composés terpéniques.* — L'analyse des huiles essentielles extraites aux divers stades du développement des plantes a fourni les résultats consignés dans le Tableau que voici :

	18 *juillet*. — Es. extraite au début de la floraison.	24 *juillet*. — Essences extraites pendant la floraison.		20 *août*. — Essences extraites des *matériaux chlorophylliens* seuls.		16 *septembre*. — Essences extraites après la chute des pétales.	
	Culture normale.	Culture normale.	Culture au Na Cl.	Culture normale.	Culture au Na Cl.	Culture normale.	Culture au Na Cl.
Pouvoir rotatoire à 20°.	— 3°30′	— 3°38′	± 0°00′	»	»	— 5°30′	—12°18′
	Pour 100.	Pour 100.	Pour 100.	Pour 100.	Pour 100.	Pour 100.	Pour 100.
Éthers (calculés en acétate de menthyle)....	8,8	12,0	12,8	33,3	39,6	27,0	30,1
Menthol combiné......	7,0	9,5	10,1	26,2	31,2	21,3	23,7
Menthol libre.........	34,1	28,7	28,1	»	»	25,7	24,4
Menthol total.........	41,1	38,2	38,2	»	»	47,0	48,1
Menthone............	4,0	8,2	4,0	»	»	2,5	1,1

» Ces résultats confirment, de la façon la plus nette, les conclusions que l'un de nous a tirées d'un Travail antérieur (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 518), à savoir : *l'essence de menthe s'enrichit en éthers du menthol au fur et à mesure de la végétation; la proportion de menthone augmente constamment pendant le développement des inflorescences, en même temps que diminue la richesse en menthol total.* Ils viennent aussi à l'appui de notre manière de voir sur *l'éthérification active dans les parties vertes* (Charabot et Hébert, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXV, p. 884 et 955). On voit, en effet, que l'essence extraite des matériaux chlorophylliens est considérablement plus riche en éthers que celle obtenue avec la plante entière; la teneur de l'essence en éthers du menthol est également très notable lorsque, après la chute des pétales et la dessiccation des inflorescences, la plante se trouve presque réduite à ses organes chlorophylliens; la richesse de cette essence en menthone est, au contraire, extrêmement faible.

» En ce qui concerne l'influence du chlorure de sodium, les résultats sont très nets : *La plante cultivée sur un sol additionné de chlorure de sodium élabore une huile essentielle constamment plus riche en éthers et plus pauvre en menthone que celle obtenue par culture normale.*

» Il convient d'ajouter que le sel marin a eu sur la végétation une influence retar-

datrice telle que, malgré l'enrichissement de l'essence en éthers, la production d'éthers par hectare s'est trouvée réduite.

» *Conclusions.* — Les conclusions qui se dégagent de ce Travail peuvent se résumer ainsi : *L'addition de chlorure de sodium au sol a pour effet d'accentuer : 1° l'augmentation de la proportion centésimale de matière organique dans la plante, 2° la perte relative d'eau. En même temps qu'il exerce sur le végétal cette double influence, le chlorure de sodium favorise l'éthérification et entrave, au contraire, la transformation du menthol en menthone.*

» Ces conclusions relatives aux différences sensibles qui se sont manifestées dès la première génération permettent déjà de mesurer l'importance que présente, au point de vue physiologique, l'étude de l'influence du milieu sur les phénomènes de synthèse végétale. »

BIOLOGIE. — *Théorie biologique de la vision.* Note M. **Georges Bohn**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Il y a un an, dans les *Comptes rendus* (21 janvier 1901) et dans un Livre intitulé l'*Évolution du pigment*, j'ai développé certaines idées relatives à la pigmentation.

» 1° J'ai rappelé d'abord les vues fécondes de Giard, qui considère la production du pigment comme un acte de défense, et comme la conséquence fréquente des *phénomènes d'histolyse* qui accompagnent les métamorphoses ;

» 2° En partant du *granule pigmentaire* de Carnot, j'ai tâché de montrer que la chromatine entre pour une part dans sa constitution et que le pigment n'est qu'un dérivé chimique de cette substance, qui prend des teintes variables et perd même sa couleur dans certaines conditions ;

» 3° Après avoir rappelé les mouvements des granules chromogènes vus par de nombreux auteurs, j'ai insisté sur l'hypothèse de la *vitalité* de ces granules ;

» 4° Enfin, j'ai signalé quelques-unes des observations relatives aux *migrations pigmentaires* qui ont conduit en 1896 H.-M. Bernard à sa théorie de la vision, et j'ai rapporté quelques observations personnelles concernant la *contagion pigmentaire.*

» Or, depuis un an, M. Pizon a publié diverses Notes sur le pigment [1], où, tout en paraissant faire abstraction des recherches antérieures aux siennes, il s'appuie sur les faits et opinions précédentes pour étayer une théorie nouvelle de la vision.

---

(1) *Comptes rendus*, 1901, 21 janvier, 18 novembre et 30 décembre, et *Congrès de Berlin.*

» Des trois idées essentielles qui se dégagent de cette théorie, la première n'est pas nouvelle ; les deux autres me paraissent inadmissibles.

» 1° *L'œil est une tache pigmentaire, une accumulation de granules migrateurs, qui s'est adaptée progressivement à la vision*, et le développement de cet organe est lié à la pigmentation générale.

» C'est ce qu'on admet depuis longtemps (taches oculiformes); c'est la théorie même de H.-M. Bernard; dans ma Thèse [1], j'ai signalé d'ailleurs un parallélisme entre la perte de la pigmentation et la diminution de l'acuité visuelle (Pagures, Crabes fouisseurs).

» 2° *Les extrémités nerveuses seraient impressionnées par les mouvements mêmes des granules chromogènes.* — M. Pizon reprend l'opinion que j'ai développée au sujet de la coloration des téguments, à savoir qu'il y a des granules colorés de diverses sortes et même des granules incolores, et que chaque espèce de granules colorés est caractérisée par l'absorption de rayons lumineux d'une longueur d'onde déterminée; il pense que les mouvements des granules sont en relation avec la longueur d'onde des rayons absorbés et que, par suite, les impressions colorées ne sont que celles des mouvements variés de ces granules.

» Je répondrai que : *a*. Au fond de l'œil, les granules paraissent peu différenciés; en général, ils sont d'une seule teinte, les couleurs variées de la rétine étant dues à des phénomènes d'interférence, de milieux troubles; *b*. Les mouvements des granules sont irréguliers, variables, et ne peuvent évidemment traduire les mouvements ondulatoires de la lumière, si réguliers et si délicats; une compression de l'œil détermine bien des sensations visuelles, mais précisément il n'y a dans ce cas aucun rapport défini entre la cause et l'effet.

» 3° *Le passage des rayons lumineux à travers les tissus de l'œil déterminerait directement leur hypertrophie et leur transparence.* — M. Pizon, après avoir confondu l'action de la lumière sur les tissus avec celle sur les bactéries, fait le raisonnement suivant : *a*. La lumière détermine la formation de l'appareil optique, car, en traversant les tissus, elle les hypertrophie et les rend transparents; *b*. La lumière a bien ce résultat; en effet, les tissus des organes visuels sont ainsi transformés; ainsi M. Pizon part dans sa démonstration de ce qu'il faudrait démontrer. Il ajoute que « les amas de pigment, grâce à leur pouvoir absorbant, déterminent (à travers ces » tissus) l'arrivée d'un faisceau lumineux plus intense qu'ailleurs »; on ne voit pas trop comment l'éclairement d'une surface peut être influencé par ce qu'il y a derrière elle.

» Je n'insisterai pas davantage sur ces divers points et j'indiquerai que la formation de l'œil et la vision sont fonctions de phénomènes chimiques.

» 1° Il me paraît évident, avec les anciens auteurs, que les mouvements ondula-

---

[1] G. Bohn, *Des mécanismes respiratoires chez les Crustacés décapodes* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris, 1901).

toires des diverses lumières colorées ne peuvent se traduire que par des mouvements intramoléculaires et que l'énergie lumineuse est transformée en énergie chimique dans les granules par le pigment. M. Pizon n'admet pas ce genre de transformation parce que les pigments dissous colorés manquent parfois, mais pourquoi alors attribuer aux granules incolores une action dans la vision?

» 2° Je rapprocherai la formation de la tache pigmentaire et la différenciation de l'appareil optique des phénomènes de métamorphoses qui rendent certains animaux transparents. Chez les Vertébrés, l'œil est considéré comme une fente branchiale métamorphosée. D'autre part, la Méduse qui se détache pour aller disséminer ses œufs, les Mollusques qui cessent de ramper pour nager, les Ascidies qui se fixent sous les pierres ou qui se transforment en corps flottants, subissent des dégénérescences pigmentaire et hyaline des tissus. Or, les phénomènes de métabolisme évolutif sont, comme j'ai essayé de le montrer à la suite de M. Bataillon ([1]), le résultat d'actions chimiques extrêmement variées, dont certaines sont peut-être dans quelques cas, mais pas toujours, le résultat de la transformation de l'énergie lumineuse par le pigment.

» Si l'œil se forme dans des régions éclairées, il faut remarquer que ces régions ont toujours un chimisme spécial, dû soit à l'éclairement, soit à une plus grande activité (p. antérieure des Vers annelés), soit à une plus grande oxygénation du milieu extérieur (bord du manteau, siphon), soit à bien d'autres causes.

» On voit que j'oppose à la théorie purement *mécanique* et *physique* de M. Pizon, qui me paraît trop simpliste, une théorie où je fais intervenir les actions chimiques variées qui s'accomplissent au sein des êtres vivants en voie d'évolution, c'est-à-dire une théorie *chimique*, je dirai plus, *biologique*. »

CHIMIE ANIMALE. — *Des formes élémentaires du phosphore chez les Invertébrés*. Note de M. **Jean Gautrelet**, présentée par M. Yves Delage.

« Il nous a paru intéressant de vérifier si le sang des Invertébrés (Mollusques et Arthropodes) contenait des phosphates à un autre état qu'à celui organique. Certains auteurs, en effet, mettent la chose en doute; Heim, en particulier, dans sa Thèse ([2]), dit : « L'acide phosphorique provient » peut-être, en temps ordinaire, de la calcination des albuminoïdes phos- » phorées, telles que la nucléine. »

([1]) G. Bohn, *L'évolution du pigment*, 1901, et *Comptes rendus*, 14 et 21 octobre 1901.

([2]) *Études sur le sang des Crustacés décapodes*, p. 83 (Thèse). Paris; 1892.

» Dans ce but, au lieu d'opérer par calcination, nous avons divisé le travail en deux parties : dosage de l'acide phosphorique dans le sang simplement acidulé; dosage de l'acide phosphorique après ébullition du sang avec la soude caustique et acidification ultérieure.

» Notre manipulation a toujours comporté l'emploi d'une solution décinormale d'azotate d'urane avec indication du point terminus de la réaction par le ferrocyanure de potassium, et la liqueur titrée était mise dans une burette de Mohr divisée en dixièmes de centimètre cube.

» Les résultats moyens obtenus par nous ont été les suivants pour 100^{cm^3} de sang :

» 1° Dosage direct de l'acide phosphorique :

Sang de *Maia squinado* ♂	$0^g,006$
» *Maia squinado* ♀	0,020
» *Platycarcinus Pagurus*	0,015
» *Homarus vulgaris*	0,050
» *Helix pomatia*	0,025

» 2° Dosage de l'acide phosphorique après action de la soude caustique :

Sang de *Maia squinado* ♂	$0^g,013$
» *Maia squinado* ♀	0,034
» *Platycarcinus Pagurus*	0,023
» *Homarus vulgaris*	0,070
» *Helix pomatia*	0,038

» Ces résultats nous ont d'autant moins surpris que la carapace ou la coquille de ces Invertébrés nous avaient, d'autre part, fourni des quantités dosables des deux formes de phosphore minéral et organique.

» En effet :

» 1° En dissolvant la carapace ou la coquille par l'acide acétique au tiers, nous avons trouvé les chiffres ci-après d'acide phosphorique minéral, toujours pour 100^g :

Carapace de *Maia squinado*	$0^g,035$
» *Platycarcinus Pagurus*	0,036
» *Homarus vulgaris*	0,040
» *Astacus fluviatilis*	0,043
Coquille de *Mya arenaria*	0,030
» *Pecten Jacobæus*	0,063
» *Tapes decussata*	0,045
» *Patella vulgaris*	0,050
» *Anodonta anatina*	0,060
» *Helix pomatia*	0,032

» 2° En opérant avec l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{10}$, 100g nous ont donné :

Carapace de *Platycarcinus Pagurus*	....	0,023 g
Coquille de *Tapes decussata*	....	0,030
»	*Anodonta anatina*	0,038
»	*Mytilus edulis*	0,052
»	*Helix pomatia*	0,024
»	*Trochus varius*	0,048

» Chacun des dissolvants acides ayant été employé jusqu'à cessation de la réaction avec le molybdate d'ammonium.

» 3° En calcinant le substratum organique (conchyoline ou chitine) restant après action de l'un ou de l'autre acide, les quantités de phosphore organique ont été les suivantes pour 100g de coquille ou de carapace :

Homarus vulgaris	0,015 g
Platycarcinus Pagurus	0,013
Maia squinado	0,025
Mya arenaria	0,010
Pecten Jacobæus	0,005

» 4° En calcinant directement la coquille et reprenant par l'acide acétique, nous avons trouvé d'autre part, pour 100g :

Platycarcinus Pagurus	0,081 g
Maia squinado	0,050
Mya arenaria	0,075
Pecten Jacobæus	0,085

» Donc, en résumé :

» 1° Soit dans le sang, soit dans les carapaces ou coquilles des Crustacés et des Mollusques, il existe du phosphore sous les deux formes élémentaires : minérale et organique;

» 2° Dans les carapaces de Crustacés, en particulier, les chiffres de phosphore minéral que nous avons trouvés sont bien inférieurs à ceux donnés par les Auteurs, en supposant même que ceux-ci aient énoncé des résultats comportant le total des deux formes élémentaires de phosphore. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'utilisation des sucres (bihexoses) par l'organisme.* Note de MM. **Charrin et Brocard**, présentée par M. d'Arsonval.

« On sait que la grossesse modifie la nutrition ; sous son influence, en particulier, la richesse en sucres des tissus ou des humeurs augmente

notablement. Cette sorte de saturation relative de l'économie fait que, si l'on introduit des substances de cet ordre, les quantités retenues sont moins considérables ; les éliminations se faisant en plus forte proportion, les comparaisons entre ces éliminations deviennent plus faciles. Telles sont les raisons qui nous ont déterminés à étudier l'utilisation de ces sucres chez la femme enceinte.

» Dans une première série de Travaux ([1]), nous nous sommes appliqués à examiner comment l'organisme se sert des hexoses. Les recherches que nous publions aujourd'hui concernent la manière dont se comportent les bihexoses ; ces recherches prouvent que l'élaboration de ces corps est liée à l'intervention de nouveaux facteurs, fait qui s'oppose à un parallélisme complet entre les modalités mises en œuvre par l'économie pour utiliser, d'une part, ces hexoses et, d'autre part, les sucres de ce second groupe. Ces nouveaux facteurs, trop souvent négligés par les auteurs, ne sont autres que les ferments hydrolytiques, attendu que ces bihexoses, en général, ne subissent l'assimilation qu'après avoir été dédoublées : on conçoit de suite l'importance des variations soit quantitatives, soit qualitatives de ces ferments.

» De nombreuses analyses nous ont, en premier lieu, permis de reconnaître, et par la méthode chimique et par les procédés optiques, qu'après ingestion des bihexoses on pouvait retrouver ces sucres en nature dans les urines. De tels résultats semblent démontrer que l'absorption s'est opérée plus rapidement que le dédoublement; à moins, d'ailleurs, de se trouver en présence d'un ferment ou très abondant ou très actif, en administrant des quantités plus ou moins considérables de ces substances, on parvient ordinairement à enregistrer leur présence dans les urines.

» Dans d'autres circonstances, et naturellement suivant, en partie, les proportions employées, l'analyse urinaire se borne à constater l'absence de tout élément sucré. — Pour expliquer cette absence, il faut admettre tout d'abord la prédominance du dédoublement des bihexoses sur leur passage en nature dans la circulation, en second lieu, et simultanément, la prédominance de l'utilisation des hexoses de dédoublement sur la rapidité de ce dédoublement, ou, tout au moins, une parfaite égalité entre les deux phénomènes.

» A la vérité, fréquemment ces ingestions de bihexose s'accompagnent de glycosurie. Après nous être servis de saccharose, nous avons trouvé

([1]) *Comptes rendus*, 6 janvier 1902.

tantôt de la glycose seule, tantôt de la glycose accompagnée plus ou moins tardivement de lévulose. De telles constatations conduisent à penser que, chez ces sujets, l'activité du ferment hydrolytique était supérieur à l'utilisation des hexoses provenant du dédoublement. — Quant à l'ordre d'apparition de ces hexoses, il est commandé par leurs aptitudes à être assimilées, aptitudes que nous avons établies au cours de nos premières recherches.

» Ajoutons que si, en dehors des hydrates de carbone alimentaires d'un repas copieux, on donne de très fortes quantités de bihexose, par exemple 250g de saccharose répartis en deux doses ingérées à quatre heures d'intervalle, il peut arriver que les urines contiennent, à côté d'une certaine proportion de cette bihexose, des quantités variables de chacun des sucres de dédoublement. Dans ces conditions, le mécanisme est plus complexe; une fraction de la bihexose a passé en vertu de l'insuffisante intervention du ferment hydrolytique; d'autre part, la présence des hexoses est, au contraire, attribuable à ce que l'action de ce ferment a été plus intense, plus rapide que la consommation des produits dédoublés par les tissus. Chez les sujets sains, nous n'avons pas constaté de lévulosurie pure, pas plus que l'existence du véritable sucre interverti constitué par un mélange, à molécules égales, de lévulose et de dextrose.

» Si l'on cherche à comparer, par la méthode des ingestions simultanées, la facilité de dédoublement des différentes bihexoses, on trouve que, chez l'adulte omnivore, faisant en abondance et presque continuellement usage d'une alimentation amylacée, la maltose est plus facilement dédoublée que la lactose et la saccharose. Si l'on compare ces deux derniers sucres, la lactosurie paraît moins fréquente chez les individus soumis antérieurement au régime lacté, tandis que la saccharosurie se montre plus rare, plus faible, chez ceux qui consomment des mets sucrés au sucre de canne. — Chez un enfant d'un an élevé au lait lactosé, une ingestion de 35g de lactose dans 200g d'eau a fourni des urines ne présentant ni pouvoir réducteur ni pouvoir rotatoire; avec la même solution de saccharose on décela la présence de ce dernier sucre dans les urines. — Des expériences analogues, répétées chez un chien habitué au sucre de canne, nous ont permis de constater des résultats inverses.

» La facilité de dédoublement semble donc liée au régime habituel; en d'autres termes, l'aliment fait le ferment.

» Indiquons, en terminant, qu'en utilisant de fortes doses de produits dédoublés nous avons tenté de réaliser la réversibilité des phénomènes de la fermentation : à cet égard, bien que nous ayons obtenu quelques résultats positifs, les expériences poursuivies sont encore insuffisantes pour autoriser des conclusions absolues. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'assimilation du sucre et de l'alcool par l'*Eurotyopsis Gayoni. Note de M. P. **Mazé**, présentée par M. Roux.

« J'ai admis, dans une Note antérieure ([1]), que l'alcool représente un produit physiologique, un stade normal de l'assimilation du glucose et partant des polysaccharides, des amidons et de la dextrine. J'ai établi également dans quelles conditions il s'accumule dans les tissus des végétaux supérieurs ([2]). Je vais exposer ici les résultats de nouvelles expériences qui viennent à l'appui de cette doctrine.

» Les végétaux supérieurs ne se prêtent pas à une démonstration rigoureuse de l'ordre de faits que je veux ajouter aux arguments que j'ai déjà fait valoir. Les réserves cotylédonaires qui servent à l'édification de la plantule sont trop compliquées pour permettre de suivre avec succès, parmi les transformations qu'elles subissent avant de constituer la matière vivante, celles qui nous intéressent ici. J'ai préféré m'adresser aux Mucédinées, susceptibles, comme on le sait, de se développer sur des milieux simples et de composition bien déterminée.

» Le but que je visais m'imposait le choix d'un Champignon capable d'accomplir son évolution normale sur un milieu ne renfermant d'autres substances organiques élémentaires que l'alcool. On en connaît aujourd'hui un certain nombre de ce genre; parmi eux, j'ai pris l'*Eurotyopsis Gayoni*, un ascomycète que M. Laborde a introduit dans la Science ([3]).

» Si l'on cultive cet organisme, sur du liquide Raulin avec sucre interverti et sur le même milieu minéral dans lequel on a remplacé le sucre interverti par de l'alcool éthylique, on peut prévoir d'avance les résultats que l'on doit obtenir si la fraction du sucre que la plante utilise est l'alcool :

» Le sucre perdant à peu près la moitié de son poids à l'état d'acide carbonique, le poids de plante obtenu sur liquide sucré sera inférieur à celui qui se formera sur liquide alcoolique, pour un poids égal de sucre ou d'alcool consommé, la durée de la culture étant la même dans les deux cas.

» De plus, le dédoublement du sucre interverti en alcool et acide carbonique étant un acte préliminaire de l'assimilation, n'impliquant aucune absorption concomitante d'oxygène, la quantité d'acide carbonique dégagée dans le cas d'une alimentation

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1608.
([2]) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XIV, p. 350.
([3]) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XI, p. 1.

sucrée sera plus grande, et la quantité d'oxygène absorbé sera la même pour un même poids de plante fabriquée dans le même temps aux dépens du sucre ou de l'alcool.

» La vérification de ces déductions est donc susceptible d'être réalisée, par des cultures disposées de façon à permettre d'évaluer la quantité d'acide carbonique dégagé, le poids de plante fabriquée et la quantité d'aliment ternaire absorbé.

» Les chiffres consignés dans le Tableau suivant résument quelques expériences effectuées dans ce but.

Tableau I.

	Sucre interverti.				Alcool.		
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
Poids de plante fabriquée...	677	552,6	437,7	431,9	163,8	185,3	292,1
Poids d'aliment consommé..	1957	1863,4	1341,3	1319,2	356	440	581,3
Poids de CO^2 dégagé.......	1630,8	1358,4	938,6	936,6	386,9	495,1	586,2
Durée de l'expérience.......	$5^j 19^h$	$5^j 17^h$	$4^j 18^h$	$4^j 18^h$	$9^j 3^h$	$10^j 15^h$	9^j

» On trouve dans ce Tableau la confirmation de deux des propositions énoncées plus haut.

» Pour élucider celle qui est relative à la consommation d'oxygène, il faut opérer en atmosphère confinée. Cette méthode présente, en outre, l'avantage de fournir des résultats plus parlants, comme le montrent les résultats des deux expériences résumées ci-après.

Tableau II.

		Sucre interverti.	Alcool.
Poids de plante fabriquée....		211^{mg}	$96^{mg},2$
Durée de l'expérience........		4^j	$6^j 10^h$
CO^2 dégagé	en volume...	$251^{cm^3},73$	$93^{cm^3},93$
	en poids.....	495^{mg}	$184^{mg},7$
O consommé	en volume....	$213^{cm^3},66$	$184^{cm^3},5$
	en poids......	305^{mg}	$263^{mg},8$
Rapport $\frac{CO^2}{O}$ en volume......		1,1	0,508

» Ces chiffres justifient la relation présumée.

» Comme dernière conséquence, on peut prévoir aussi que la composition élémentaire du mycélium de Champignon recueilli sur milieu sucré ou alcoolisé ne doit pas présenter de différences sensibles, puisque les deux modes d'alimentation se confondent en un seul, à part la quantité d'énergie fournie par le dédoublement du sucre en alcool et acide carbonique.

» Cependant, la formation d'une réserve alimentaire à l'intérieur du mycélium peut faire ressortir des différences appréciables dans la composition en question, si elle se constitue plus facilement dans un cas que dans l'autre; mais j'ai constaté qu'il n'en est pas ainsi.

» Voici les chiffres fournis par les mycéliums recueillis dans l'expérience 3 (sucre interverti) et l'expérience 3 (alcool) du Tableau I :

Tableau III.

	Sucre interverti.	Alcool.
Carbone	51,67	52
Hydrogène	7,74	7,67
Azote	4,84	5,54
O + S	35,75	34,80
	100	100

» La différence dans la teneur en azote est sensible; elle doit être attribuée à une cause qu'il serait trop long de faire ressortir ici; je me contenterai de faire observer que la richesse du mycélium en azote se traduit par une activité respiratoire plus grande.

» La teneur en azote permet d'établir la quantité de matière première empruntée aux aliments, qui est destinée à former la substance vivante.

» J'ai dit qu'en partant du sucre ou de l'alcool comme aliment, la fraction utilisée est l'aldéhyde éthylique (*Comptes rendus, loc. cit.* et *Annales de l'Inst. Pasteur, loc. cit.*). Si telle est la réalité, ce sont les éléments $(C^2H^4O)^x(AzH^3)^y$ qui, par une série de transformations successives, vont constituer le cytoplasme et la substance nucléaire. Si l'on impose à cette combinaison hypothétique la condition, tirée de l'analyse, de renfermer 5,54 pour 100 d'azote, on obtient un composé, toujours hypothétique, bien entendu, de la forme

$$(C^2H^4O)^{43}(AzH^3)^8 = C^{86}H^{196}O^{43}Az^8,$$

dont la composition centésimale est la suivante :

C	50,88
H	9,66
O	33,92
Az	5,52

» Ces chiffres, placés à côté de ceux qui ont été obtenus par l'analyse élémentaire de la plante, fournissent une comparaison bien suggestive. Ils tendent à montrer que le mycélium de l'*Eurotyopsis Gayoni* s'organise à partir de l'alcool et de l'ammoniaque sans perte sensible de matière. »

PATHOLOGIE. — *Les indications de la prophylaxie et du traitement de la tuberculose pulmonaire, fondées sur la connaissance de son terrain.* Note de MM. **Albert Robin** et **Maurice Binet**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Dans de précédentes Communications, faites à l'Académie des Sciences (18 mars 1901) et au Congrès de la Tuberculose, à Londres (24 juillet 1901) nous avons montré que chez 92 pour 100 des phtisiques il y avait une augmentation considérable dans la consommation de l'oxygène et dans la production de l'acide carbonique, et nous avons utilisé ce fait comme moyen de diagnostic précoce de la maladie. Ne trouvant ni dans une réaction de défense organique, ni dans une manifestation de l'attaque bacillaire la raison de ces phénomènes, nous avons été conduits par quelques-unes de nos recherches à penser qu'ils traduisaient un des caractères du terrain apte à l'infection par le bacille de Koch.

» Cette proposition est aujourd'hui démontrée par des analyses pratiquées sur 30 descendants de phtisiques, qui présentent les phénomènes en question dans la proportion de 60 pour 100. Nous avons constaté aussi qu'ils constituent le trait commun à tous les états protopathiques de la phtisie, qu'il s'agisse d'alcoolisme ou d'un des modes quelconques de surmenage. Ils caractérisent donc l'une des conditions fondamentales de ces états que l'on désignait jusqu'ici sous le nom vague d'*états de déchéance organique ;* ce qui rend au terrain, dont le diagnostic devient possible, une partie de la valeur dont semblait l'avoir dépossédé l'avènement du bacille de Koch.

» Cette découverte montre encore que les états de déchéance prétuberculeuse relèvent d'une vitalité exaspérée jusqu'à l'autoconsomption et non, comme on l'enseigne officiellement à tort, d'une vitalité amoindrie.

» Elle bouleverse toutes les idées directrices de la prophylaxie et du traitement de la phtisie, puisque, d'après ces faits, ce qui dans cette prophylaxie et ce traitement correspond à l'indication du terrain consiste principalement en l'emploi des médications dites *toniques* dont le propre est de stimuler une vitalité et des échanges organiques qui sont déjà en état de suractivité.

» Elle démontre, au contraire, sans l'intervention de théorie et par

le simple exposé des faits, que la prophylaxie de la tuberculose par la modification de son terrain ne doit faire état que de médicaments, de médications et d'agents capables de restreindre le pouvoir qu'a l'organisme de fixer trop d'oxygène et de produire trop d'acide carbonique, c'est-à-dire de se consumer. Dans le traitement de la maladie confirmée, cette indication conserve toute sa valeur.

» Nous avons étudié à ce point de vue quarante médicaments ou agents physiques dont les effets seront successivement mis au jour. Parmi ceux-ci l'huile de foie de morue, l'arséniate de soude et l'arsénite de potasse à la dose de 5^{mg}, le cacodylate de soude à la dose de 5^{cg}, le tartre stibié diminuent les échanges respiratoires des phtisiques dans les proportions suivantes : huile de foie de morue, 10,3 pour 100, arsenic, 27,2 pour 100, cacodylate, 23 pour 100 et tartre stibié, 21,3 pour 100. Mais les arsenicaux, quels qu'ils soient, employés à doses doubles des précédentes, exercent plutôt sur les échanges une action accélérante, puisque l'arsénite de potasse et l'arséniate de soude, par exemple, à la dose de 1^{cg} par jour, augmentent les échanges respiratoires.

» On possède ainsi un critérium de la dose médicamenteuse optime qui ne saurait être dépassée sous peine d'accentuer le dommage auquel on veut remédier.

» Les recherches faites sur la respiration d'air chaud et sec, d'air chaud et humide ou d'air froid, sur le refroidissement ou l'échauffement de la surface cutanée éclairent la climatothérapie de la phtisie et de ses états protopathiques. Ainsi, les climats froids où le phtisique peut inspirer de l'air à basse température conviennent aux phtisiques et aux prédisposés à la condition que la surface du corps soit maintenue à une assez haute température. De même, les climats chauds conviendraient si les malades pouvaient y respirer de l'air plus frais, ce qui ne semble pas impossible à réaliser à l'aide d'un dispositif qui permettrait de refroidir l'air inspiré.

» L'examen du chimisme respiratoire permet de déterminer si les altitudes ou le séjour au bord de la mer sont ou non favorables à tel sujet déterminé. Il ressort, en effet, de nos recherches qu'en examinant le chimisme respiratoire des phtisiques et des prédisposés auxquels on a conseillé le séjour en altitude ou au bord de la mer, avant le départ et après une semaine de séjour, on reconnaîtra ceux qui doivent continuer la cure avec chance de succès.

» L'expérience nous a démontré qu'il y a des médications capables de modifier le terrain, et l'examen des échanges respiratoires permet de déter-

miner ces médications, comme aussi de savoir si elles ont agi dans tel cas particulier et, par conséquent, si tel individu prédisposé a perdu, au moins temporairement, sa prédisposition. Chez six prédisposés, nous sommes parvenus à ramener à la normale le chimisme exagéré par l'emploi de la médication restrictive des échanges organiques (alimentation d'épargne, repos, huile de foie de morue, arsenicaux, médication digestive, etc.).

» Ce mode de prophylaxie de la tuberculose, qui s'adresse à son terrain, mérite d'attirer l'attention au même titre que celui qui consiste à poursuivre le bacille, et la lutte contre la tuberculose ne saurait être efficace sans le concours de ces deux éléments.

» Aux mesures d'hygiène publique et privée actuellement édictées contre le bacille de la tuberculose, il faut donc ajouter l'examen individuel du chimisme respiratoire de tous les individus soupçonnés de prédisposition. Et de même qu'on vaccine contre la variole, de même il faudra traiter préventivement, chez les individus reconnus prédisposés, l'aptitude à contracter la tuberculose, et cela par des moyens reconnus capables de modifier les conditions chimiques ou vitales du terrain : à savoir l'exagération des échanges respiratoires et la déminéralisation organique qui fera l'objet d'une étude ultérieure.

» Enfin le traitement de la phtisie confirmée ne doit plus se cantonner dans la médication antibacillaire ; il doit faire état de la consomption qui rend l'organisme apte à l'infection et modifier concurremment celle-ci non par les toniques et les stimulants, mais par des médications et agents antidéperditeurs qui restreignent la consommation et la fixation de l'oxygène par les tissus, et par les aliments et les médicaments qui dérivent sur eux une partie du comburant qui épuise l'organisme. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'origine de certaines maladies des Chrysanthèmes*. Note de M. **Chifflot**, présentée par M. Guignard.

« Bien avant la Communication que nous avons faite [1] aux horticulteurs des régions lyonnaise et bordelaise, à propos de la maladie vermiculaire qui attaque les feuilles de Chrysanthèmes, cette maladie avait d'abord été signalée par le Dr Osterwalder [2], assistant à la station d'essais

(1) *Congrès de la Société française des Chrysanthémistes,* Bordeaux, 9 novembre 1901.

(2) *Schweizerischer Gartenbau,* n° 23, 5 décembre 1900.

de Wadensweil (Suisse). Quelques mois après, le professeur Sorauer (¹), ayant reçu des feuilles de Chrysanthèmes atteintes de maladie vermiculaire, fit déterminer le Nématode par le Professeur Ritzema Bos, qui l'identifia avec l'*Aphelenchus olesistus* Ritz. Bos, déjà décrit par lui comme s'attaquant à d'autres plantes, telles que Fougères, Saintpaulia, etc.

» Dans un récent Mémoire, le Dr Osterwalder (²) précisa les caractères de la maladie. Nous avons pu nous assurer, pendant la période d'août à novembre 1901, de la parfaite exactitude des observations du Dr Osterwalder.

» A notre avis, la maladie vermiculaire décrite récemment par M. Joffrin est la même et doit rentrer et se fusionner avec celle qui a été signalée par le Dr Osterwalder.

» C'est, en effet, à un Nématode du genre *Aphelenchus*, bien caractérisé par la conformation de la partie antérieure de l'intestin, qu'il faut attribuer la maladie vermiculaire des feuilles de Chrysanthèmes et non au genre *Tylenchus*, ainsi que l'affirme M. Joffrin.

» Cette maladie a occasionné, pendant les périodes pluvieuses de septembre et octobre 1901, dans les cultures de Chrysanthèmes, faites en pots ou maintenues en pleine terre et à l'air libre, des dégâts considérables.

» L'apparition sur les feuilles de taches, qui se localisent d'abord dans les angles que font les nervures secondaires avec la nervure principale, est un des caractères principaux de cette maladie; mais ce caractère avait été signalé déjà par le Dr Osterwalder.

» Les feuilles attaquées deviennent toujours jaunes autour des taches, contrairement aux assertions de M. Joffrin. De plus, les feuilles qui, avant de subir les atteintes de l'*Aphelenchus*, étaient rigides et cassantes, et cela d'autant plus que les Chrysanthèmes étaient *poussés davantage à l'engrais* pour l'obtention de la grande fleur, ne changent pas de consistance, à l'encontre de ce qu'avance M. Joffrin, malgré la présence du Nématode, qui n'envahit jamais les cellules de la feuille : ses larves se localisent dans les espaces intercellulaires, mais les sécrétions qu'elles produisent tuent rapidement le protoplasma des cellules voisines, qui prennent les teintes décrites par le Dr Osterwalder.

» Sous l'influence de l'humidité, les feuilles attaquées pourrissent rapidement, tout en restant longtemps adhérentes aux rameaux.

» Quant à la propagation de la maladie, dont M. Joffrin ne parle pas, le Dr Oster-

(¹) *Die Alchenkrankheit bei Chrysanthemum indicum* (*Gartenflora*, Heft 2, 15 janvier 1901, p. 35-36).

(²) *Nematoden als Feinde des Gartenbaues* (*Gartenflora*, Heft 12, 1er juillet 1901, p. 337-346, Table 1488, *fig*. 1-5).

walder a montré qu'elle s'effectue par l'intermédiaire du sol. Il est facile de constater que des jeunes bourgeons souterrains, à peine visibles, sont déjà contaminés par de jeunes larves d'*Aphelenchus*, ainsi que j'ai pu m'en assurer. Par suite, les rameaux nés de ces bourgeons et pris comme boutures au printemps auront leurs premières feuilles déjà contaminées.

» Les pluies, qui font rejaillir les terres des composts à la surface des feuilles, sont une cause naturelle de propagation de la maladie. L'examen des particules terreuses adhérentes aux feuilles m'a montré, en effet, à diverses reprises, la présence de larves d'*Aphelenchus*.

» Il peut se faire que la pénétration de ces larves s'effectue par l'ostiole des stomates ; cependant, c'est là un point qui a besoin de confirmation.

» Il reste à recommander aux horticulteurs :

» *a*. D'enlever les feuilles atteintes et de les brûler.

» *b*. D'éviter la contamination des terreaux qui seront aux rempotages, par l'apport de débris de plantes et de mottes contaminées.

» *c*. De stériliser, autant que faire se peut, les terreaux.

» *d*. D'effectuer des arrosages judicieux aux engrais chimiques, de préférence aux engrais humains, trop souvent contaminés.

» *e*. De faire leurs prises de boutures sur des plantes saines.

» Quant à la maladie cryptogamique décrite par M. Joffrin et due, dit-il, à un *Septoria* nouveau, le *Septoria varians* nov. sp., elle se confond en tous points, à notre avis, avec celle qui est produite par le *Septoria Chrysanthemi* Cav. [1], connue depuis longtemps. Les dimensions des pycnides et des spores sont aussi variables chez le *Septoria Chrysanthemi* Cav. et, ce seul caractère distinctif n'existant plus, il ne me semble plus admissible de créer une espèce nouvelle après cette constatation.

» En résumé, les deux maladies signalées comme *non décrites* par M. Joffrin étaient déjà connues avant sa Communication, aussi bien des praticiens, cultivateurs de Chrysanthèmes, que des botanistes. »

GÉOLOGIE. — *Le tuffeau siliceux de la Côte-aux-Buis, à Grignon.* Note de M. STANISLAS MEUNIER.

« Il y a bien longtemps qu'on sait l'existence de lits de silex subordonnés aux assises du Calcaire grossier supérieur; Cuvier et Brongniart la mentionnent dans leur « Description géologique des environs de Paris »

(1) BRIOSI et CAVARA, *I Fonghi parassiti*, fasc. XI, n° 221.

(p. 284 et suiv.). Toutefois, il ne paraît pas que les concrétions dont il s'agit aient été jusqu'à présent l'objet d'un examen spécial; c'est ce qui me décide à résumer les observations auxquelles j'ai eu récemment l'occasion de les soumettre.

» Les matériaux de mes études proviennent d'un puits qui a été foncé dans ces derniers temps au lieu dit la Côte-aux-Buis, dans le parc de l'Ecole nationale d'Agriculture de Grignon, et qui a traversé successivement les Caillasses coquillières (Banc franc) à *Lucina saxorum,* le Banc vert, à *Cyclostoma mumia,* et une partie du Banc royal à *Orbitolites complanata.* Les silex ne sont pas strictement localisés dans une couche spéciale; ils se trouvent dans plusieurs lits au contact mutuel du Banc vert et des Caillasses : j'ai des spécimens parfaitement silicifiés de *Lucina saxorum, L. Menardi, Pinna margaritacea, Cerithium angulosum,* et autres Cérithes et Turritelles. La forme des silex est très variable et souvent très tuberculeuse : ce sont des rognons rappelant tout à fait, pour les contours, les pierres à fusil de la craie de Meudon. Parfois, ils se soudent entre eux et constituent des masses plus ou moins volumineuses qui arrivent à faire des lits presque complets, stratifiés comme les couches calcaires voisines. Dans tous les cas, les parties externes de ces concrétions sont terreuses et d'un blanc grisâtre; c'est surtout la cassure qui fait reconnaître, sans essai, la nature siliceuse de la substance.

» La partie interne est très variable d'un cas à l'autre; ce n'est pas toujours qu'on y rencontre une pâte bien compacte, d'une nuance foncée, à cassure conchoïde, et rendant sous le choc du marteau le son ordinaire des silex. Bien souvent, l'aspect terreux et poreux de l'extérieur se continue jusqu'au cœur et les nodules se présentent manifestement comme des résultats d'*épuisement* de rognons qui devaient avoir antérieurement un caractère tout autre. Enfin, un type intermédiaire est fourni par des spécimens qui sont pour ainsi dire mouchetés, présentant sur un fond blanchâtre de matière plus ou moins épuisée, des îlots plus foncés à contours capricieux et offrant la texture relativement compacte indiquée pour le premier type.

» Ce qui fait, avant tout, l'intérêt de ces diverses variétés de concrétions, c'est que le microscope y révèle une constitution qui témoigne de l'activité avec laquelle s'accomplissent des phénomènes secondaires dans des couches déjà constituées.

» Les lames minces, taillées dans les types foncés et compacts, y montrent une accumulation remarquable de fossiles, parmi lesquels se signalent, par leur abondance, des Diatomées telles que des *Gallionella* et des *Fragilia,* auxquelles s'ajoutent des *Synedra,* des *Navicula* et quelques *Triceratium;* ce sont aussi des Foraminifères et avant tout des Millioles (*Quinqueloculina*), des *Valvulina,* des *Textularia* et des *Globigerina.*

» Dans les variétés mouchetées, la grande place est laissée à des spicules de Spongiaires, parmi lesquels paraissent prédominer de beaucoup des spicules monoaxes, généralement rectilignes et quelquefois courbés; on voit en outre quelques spicules de Tétractinellidés. Dans les points riches ainsi en Spongiaires, les Diatomées sont relativement rares; on y reconnaît des *Fragilia* et des formes qui rappellent les *Eunotia* et les *Surirella.*

» Enfin, dans les échantillons entièrement terreux et d'apparence épuisée, les vestiges

fossiles sont beaucoup plus indistincts et parfois difficiles à reconnaître; mais on sent qu'ils ont été attaqués et qu'originairement ils devaient être aussi nombreux que dans les types précédents.

» En présence de cette description sommaire, on ne peut qu'être très frappé de la ressemblance intime des concrétions de la Côte-aux-Buis, avec des roches éocènes du nord de la France et de la Belgique, où elles sont qualifiées de *tuffeaux* [1] et qui cependant sont toutes plus anciennes, puisqu'elles datent soit du niveau des sables de Bracheux (Glauconie inférieure) comme les tuffeaux de La Fère ou d'Angres, soit du niveau de sables de Cuise (Glauconie moyenne) comme ceux du Mont-des-Cats.

» Le *tuffeau* de Grignon présente avec ces roches une autre différence, qui peut être significative : c'est qu'il n'est pas subordonné à des sables, mais, bien au contraire, à des couches entièrement calcaires.

» Il n'y a pas de doute qu'il ne nous présente un exemple de roche qui, depuis l'époque de son dépôt, a traversé des vicissitudes nombreuses. A son début, c'était une vase surtout calcaire, accumulée au fond d'une mer où vivaient ensemble, pour y mêler leurs dépouilles après leur mort, outre un certain nombre de Mollusques, des myriades d'Éponges, de Diatomées et de Foraminifères. Les lits, ainsi constitués et qui ont mis longtemps à se former, ont été recouverts de plusieurs mètres de sédiments également marins.

» Beaucoup plus tard, le soulèvement du sol a rendu la région continentale et c'est alors que les transformations chimiques ont dû prendre le plus d'importance dans l'épaisseur des couches considérées. Toutefois, même avant cet événement, des changements profonds s'y sont déclarés et poursuivis; c'est même une occasion de protester contre une opinion qui a été émise à propos des tuffeaux siliceux du nord, que la silicification qu'on y observe doit témoigner d'un régime continental et suppose la collaboration de masses siliceuses superposées. L'observation de tous les jours conduit à reconnaître, au contraire, qu'une couche donnée peut être le théâtre de concrétions siliceuses par le seul fait de la circulation des eaux souterraines au travers de sa masse. L'histoire des rognons de silex de la craie, sous plus de 100^m de revêtement calcaire, ne s'expliquerait pas si elle exigeait le concours des eaux carboniquées météoriques. C'est que la silice, bien plus malléable à cet égard que le

(1) Voyez : CAYEUX, *Étude micrographique des terrains sédimentaires,* in-4°, 1897, p. 117.

carbonate de chaux, se dissout fort bien dans l'eau exempte d'acide carbonique. Aussi pouvons-nous attribuer la constitution du tuffeau siliceux de la Côte-aux-Buis (et la conclusion s'étendra sans doute aux formations analogues) à une dissolution souterraine de la silice hydratée des tests animaux et végétaux, et à son transport autour de certains centres d'attraction qni en ont déterminé la précipitation et la déshydratation partielle.

» Mais l'influence continentale n'est pas pour cela moins évidente, comme un détail de l'histoire de cette roche, détail auquel se rattache la dissection qu'elle a subie en tant de points et qui lui a donné l'apparence épuisée et la porosité nectique que nous avons signalées. Quant à dire à quelle époque il faut rattacher cet épisode dans les transformations, c'est ce qui ne paraît pas facile, car les oscillations verticales du sol ont été évidemment très nombreuses dans le pays. L'intégrité des couches superposées à *Corbula anatina* doit cependant faire reporter le phénomène à l'époque éocène, correspondant peut-être à l'extension des lacs où vivait en abondance le *Cyclostoma mumia*. »

PHYSIOLOGIE. — *Apparition, chez une pouliche, de lésions analogues à celles qui se sont présentées chez sa mère à la suite d'un accident survenu pendant qu'elle la portait* ([1]). Note de M. **Le Hello**, présentée par M. Marey.

« Le 27 mai 1900, la jument de course Mascarade, par Mask et Shepherd's Bush, de couleur alezane, s'est heurté le côté gauche de la tête contre une branche de pommier, sur laquelle elle est arrivée à toute allure. Le choc a été tellement violent que l'arbre a été dépouillé de son écorce.

» Après la guérison de la contusion, on a constaté une dépression très accusée au niveau du lacrymal, avec un certain affaissement de l'apophyse orbitaire. Comme il arrive en pareil cas, la nutrition de l'œil a été gravement altérée; le globe oculaire est aujourd'hui très atrophié.

» Aucun symptôme n'a pu faire supposer, à aucun moment, que les centres nerveux aient été atteints.

» Au mois d'avril (le 19 et le 21), Mascarade avait reçu deux fois l'étalon Nicham II, de couleur bai brun. Ces saillies l'avaient fécondée et la gestation était par conséquent

([1]) Le fait indiqué dans cette Note s'est produit au haras de Mautry, sur la commune de Touques (Calvados), dans la propriété de M. le baron de Rothschild. C'est par M. le Directeur du Dépôt d'étalons du Pin que je l'ai connu, et c'est aussi grâce à lui que j'ai pu obtenir les renseignements utiles à ce sujet.

dans sa sixième semaine, lorsqu'elle a été blessée. Une pouliche de couleur baie est née le 13 mars 1901 ; on la trouve au Stud-boock sous le nom de *La Courtille*.

» Dès sa naissance, La Courtille a offert, sur la face gauche de la tête, des lésions ressemblant au plus haut point à celles établies chez sa mère. La dépression lacrymale est moins marquée, mais l'arcade orbitaire est encore plus rentrée que pour Mascarade; la petite cavité désignée en hippologie sous le nom de *salière,* encore très apparente chez la mère, n'existe pour ainsi dire plus dans la fille. Pour cette dernière, la grosseur de l'œil ne dépasse pas le volume d'une lentille.

» Dans quelle forme de l'hérédité doit-on classer le cas de transmission qui vient d'être rapporté? Bien des opinions contradictoires sont sans doute appelées à se formuler sur ce point. A mon avis, c'est une forme très marquée des impressions nerveuses, dont la réalité a plutôt été niée jusqu'à l'heure actuelle ([1]). »

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 janvier 1902.

Introduction à l'étude des métaux. Leçons professées à la Faculté des Sciences, par Alfred Ditte, Membre de l'Institut. Paris, Société d'éditions scientifiques, 1902; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Flore de France ou description des plantes qui croissent spontanément en France, en Corse et en Alsace-Lorraine, par G. Rouy et J. Foucaud, continuée par G. Rouy et E.-G. Camus; t. VII. Paris, Deyrolle fils, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Guignard.)

Marseille médical, Journal bi-mensuel. Directeur : Ch. Livon; 39e année, n° 1, 1er janvier 1902. Marseille; 1 fasc. in-8°.

Le Messager agricole, revue des Associations et des intérêts agricoles du Midi, publié sous la direction de M. le Dr Frédéric Cazalis; 43e année, t. XLIII de la collection, 5e série, t. III, n° 1. Montpellier et Paris, 1902; 1 fasc. in-8°.

Journal du pétrole et des industries qui s'y rattachent, paraissant le 10 et le 25 de chaque mois. Rédacteur en chef : Henry Neuburger; 2e année, n° 1, 1er janvier 1902. Paris, 1 fasc. in-4°.

Le Mouvement scientifique, industriel, économique, financier, Revue hebdomadaire. Directeur : Louis Baulard; 18e année, n° 1, 11 janvier 1902. Paris, 1 fasc. in-4°.

([1]) Tous ces faits sont consignés dans des lettres que l'on peut lire au livre des copies de l'établissement. Le chef d'écurie, M. Albert-E. Balchin, n'a pas été changé dans la période où tout ce qui précède s'est passé.

Journal de l'Éclairage au gaz, 50e année, n° 1, 5 janvier 1902. Paris, 1 fasc. in-4°.

Metafisica de los conceptos matemàticos fundamentales (espacio, tempo, cantidad, limite) y del analysis llamado infinitesimal; tesis por Claro Cornelio Dassen. Buenos-Ayres, 1901; 1 fasc. in-8°.

Argentine-Chilian boundary in the Cordillera de los Andes. Argentine evidence; maps I-XVI. Londres, A.-K. Johnston, 1900; 1 étui in-4° contenant 16 cartes pliées. (Présenté par M. de Lapparent. Hommage de M. Francisco P. Moreno.)

Huit Opuscules relatifs à l'Astronomie, dont six par M. C. Dunér et deux par M. Osten Bergstrand. Stockholm, 1900-1901; 8 fasc. in-8°. (Présentés par l'Observatoire d'Upsal.)

Meteorological observations made at the Adelaide Observatory and other places in South Australia and the northern territory, during the year 1898, under the direction of Charles Todd. Adelaïde, 1901; 1 vol. in-4°.

Sociedad meteorologica Urugaya. Servicio pluviometrico. Director : Francisco A. Lanza. *Resumen de la observaciones pluviometricas efectuadas durante el* 1er-4° *trimestres del ano de* 1898; ano VII, nos 1-4. Montevideo, 1901; 4 fasc. in-8°.

Fifty-sixth annual report of the director of the astronomical observatory of Harvard College, for the year ending 30 *september* 1901, by Edward-C. Pickering. Cambridge. Mass., 1901; 1 fasc. in-8°.

Iowa geological Survey, Vol. XI : *Annual Report* 1900. Des Moines, 1901; 1 vol. petit in-4°.

Publications of the Washburn Observatory of the University of Wisconsin, Vol. X, part 2 : *Observations of Eros* 1900-1901. Madison, Wisc., 1901; 1 fasc. in-4°.

Memorias de la Real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid, t. XIV : *Estudios preliminares sobre la fauna malacologica de las islas Filipinas :* Atlas, fasc. 1. Madrid, Don Luis Aguado, 1891-1900; 1 vol. in-4°.

Beiblätter zu den Annalen der Physik, Bd. XXVI, Heft 1. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1902; 1 fasc. in-8°.

Chemiker-Zeitung. Central-Organ für Chemiker, Techniker, Fabrikanten, Apoteker, Ingenieure, herausgeg. v. Dr G. Krause, Jahrgang XXVI, Nummer 1, den 1. Januar 1902. Cöthen; 1 fasc. in-4°.

Wiener klinische Wochenschrift. Organ des K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien; Jahrg. XV, n° 1. Vienne, 2 janvier 1902; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 janvier 1902.

La pression artérielle de l'homme à l'état normal et pathologique, par le professeur C. Potain, Membre de l'Institut. Paris, Masson et Cie, 1902; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Marey.)

L'alimentation en eau et l'assainissement des villes, compte rendu des derniers progrès et de l'état actuel de la Science sur ces questions, par le Dr Ed. Imbeaux; Vol. II : *L'assainissement des villes.* Paris, E. Bernard et Cie, 1902; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Maurice Levy, pour le concours du prix Montyon, Arts insalubres.)

Les entrailles de la Terre, par E. Caustier. Paris, Nony et Cie, 1902; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Comment on défend son vignoble, par G. Fabius de Champville, 2e éd. Paris, s. d.; 1 fasc. in-12.

Brevets d'invention : Loi du 5 juillet 1844, publication in extenso; 1899 (12e Partie). Paris, Imprimerie Nationale, 1901; 1 vol. in-8°.

Rapport sur les travaux du Service du Nivellement général de la France en 1899 et 1900, accompagné de 19 planches de diagrammes figuratifs, par M. Charles Lallemand. (Extrait des *Comptes rendus des séances de la Conférence générale de l'Association géodésique internationale,* tenue à Paris en 1900.) 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 6 janvier 1902.)

État de l'Académie au 1er janvier 1902 :

Page 11, le nom de Lawes (Sir John-Bennet) a été inscrit par erreur, parmi les Correspondants de la Section d'Économie rurale. Il est décédé le 11 août 1900.

Note de MM. *Ch. Moureu* et *R. Delange,* Sur la condensation des carbures acétyléniques avec les sels-éthers. Synthèses d'acétones acétyléniques et d'éthers β-cétoniques :

Page 45, ligne 26, après la formule $R - C \equiv C - CHO$, *intercaler la phrase suivante :* La suite établira que la même réaction, répétée avec d'autres éthers-sels, fournit des acétones acétyléniques $R - C \equiv C - CO - R'$. Mais, etc.

Page 46, ligne 17, *au lieu de* $CH^3 - CH^2 - CH^2 - CO - C^6H^5$, *lisez*

$$CH^3 - CH^2 - CH^2 - CO - CH^2 - CO - C^6H^5.$$